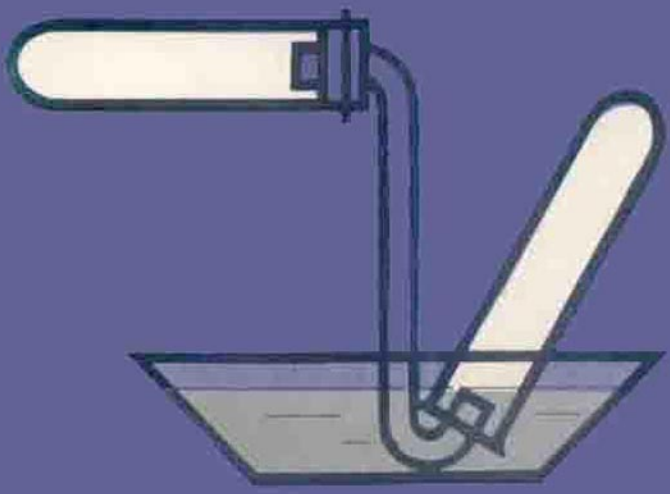
Problemas y ejercicios de química inorgánica

S. N. SAVITSKI
N. P. TVERDOVSKI



EDITORIAL MIR

ИЗДАТЕЛЬСТВО МИР

С. Н. Савицкий
Н. П. Твердовский

Сборник задач и упражнений по неорганической химии

Издательство «Высшая школа»
Москва

S. N. SAVITSKI
N. P. TVERDOVSKI

PROBLEMAS Y EJERCICIOS DE QUÍMICA INORGÁNICA

EDITORIAL MIR
MOSCÚ

Traducido del ruso por el ingeniero Celso López García

Impreso en la URSS

На испанском языке

© Издательство «Высшая школа», 1981
© Traducción al español. Editorial Mir, 1984

INDICE

Prólogo 7

Capítulo 1. **Repaso de las principales partes del curso de química inorgánica de la enseñanza general básica** 8

§ 1. El mol como unidad de medida de la cantidad de sustancia 8
Ejemplos de solución de problemas 9
Problemas y ejercicios 11
§ 2. Volumen molar de los gases 14
Ejemplos de solución de problemas 14
Problemas y ejercicios 16
§ 3. Principales clases de compuestos inorgánicos 17
Ejemplos de solución de problemas 17
Problemas y ejercicios 19
§ 4. Ley periódica y sistema periódico de los elementos químicos de D. I. Mendeléiev. Estructura de la materia 27
§ 5. Efecto térmico de la reacción química
Ecuaciones termoquímicas 32
Ejemplos de solución de problemas 32
Problemas y ejercicios 34

Capítulo 2. **Disociación electrolítica** 36

Ejemplos de solución de problemas 36
§ 6. Electrólitos y no electrólitos. Disociación electrolítica 37
Problemas y ejercicios 37
§ 7. Grado de disociación electrolítica 39
§ 8. Reacción que presentan los electrólitos en la disolución. Ecuaciones iónicas 40
§ 9. Hidrólisis de las sales 43
§ 10. Reacciones de oxidación-reducción 44
§ 11. Electrólisis de las disoluciones y sustancias fundidas 47
Problemas experimentales 49

Capítulo 3. **Nitrógeno y fósforo** 53
Ejemplos de solución de problemas 53
§ 12. Nitrógeno. Amoníaco. Sales amónicas 56
§ 13. Compuestos oxigenados de nitrógeno. Acido nítrico

y sus sales 63
§ 14. El fósforo y sus compuestos 66
Problemas experimentales 70

Capítulo 4. **Carbono y silicio** 71

Ejemplos de solución de problemas 71
§ 15. El carbono y sus compuestos 72
Problemas y ejercicios 72
§ 16. Silicio y sus compuestos 79
Problemas experimentales 84

Capítulo 5. **Metales** 86

Ejemplos de solución de problemas 86
§ 17. Propiedades generales de los metales. . . . . .
Serie de tensiones. Corrosión. Aleaciones 87
Problemas y ejercicios 87
§ 18. Metales alcalinos 92
§ 19. Metales del subgrupo principal del II grupo . . 95
§ 20. Aluminio 100
§ 21. Cromo 103
§ 22. Hierro 106
§ 23. Métodos generales de obtención de los metales. Metalurgia de los metales ferrosos y no ferrosos 110
Problemas experimentales 113

Capítulo 6. **Generalización del material del curso de química inorgánica** 115

Ejemplos de variantes de problemas de química inorgánica, relacionados con la producción, destinados para los exámenes 120
Enumeración de los problemas relacionados con la producción 124

Apéndice 126

Respuestas 130

PRÓLOGO

El presente manual de problemas y ejercicios de química inorgánica está destinado a los alumnos de las escuelas medias de formación técnico-profesional de especialidades no químicas. A juicio de los autores, el manual ayudará a los alumnos a asimilar mejor el material del programa del curso de química de la enseñanza general y a dominar la técnica de solución de problemas de química.

Las escuelas de formación profesional modernas preparan cuadros de distintas profesiones, pero las más numerosas son las de metalistas, constructores, obreros energéticos y electricistas. Es por esto que en el presente manual se dan problemas y ejemplos relacionados con la producción, principalmente para dichas profesiones.

En el manual están incluidos problemas de cálculo, cualitativos y experimentales, así como problemas y ejercicios de química. El contenido de los problemas y ejercicios corresponde al nuevo programa y texto de química para las escuelas medias de formación profesional de especialidades no químicas.

Durante la preparación de la segunda edición los autores tuvieron en cuenta los deseos de los metodistas y de muchos profesores de química de las escuelas medias técnico-profesionales, referentes a la necesidad de incluir en el manual problemas típicos relacionados con la producción para las papeletas de examen del curso de enseñanza media. Algunas variantes de tales problemas de química inorgánica se dan al final del libro.

Al principio de cada capítulo del manual se dan indicaciones metódicas para la solución de los problemas más difíciles. Al final del libro se enumeran los problemas con contenido de material sobre la producción y se dan las tablas de densidad de algunos ácidos y álcalis, así como respuestas a los problemas más difíciles.

Capítulo 1

REPASO DE LAS PRINCIPALES PARTES DEL CURSO DE QUÍMICA INORGÁNICA DE LA ENSEÑANZA GENERAL BÁSICA

§ 1. El mol como unidad de medida de la cantidad de sustancia

Cuando resolvemos problemas de cálculo de química es necesario saber la cantidad de partículas (moléculas, átomos, iones), comprendidas en tal o cual masa de sustancia.

Según el Sistema Internacional de Unidades (SI), la cantidad de sustancia se acepta expresarla en moles.

El mol —unidad de cantidad de sustancia— contiene tantas partículas estructurales (moléculas, átomos, iones y otras), cuantos átomos se contienen en 0,012 kg o en 12 g de carbono. El mol de cualquier sustancia contiene $6{,}02 \cdot 10^{23}$ partículas. Este *número* se llama *de Avogadro* y se designa N_A.

Para establecer la relación entre la cantidad de sustancia y su masa se introduce la magnitud, denominada *masa molar* M. La masa molar representa la masa de la sustancia, en cantidad de 1 mol. La masa molar es igual numéricamente a la masa atómica relativa A_r o a la masa molecular relativa M_r de la sustancia, expresada en gramos.

Para determinar la masa molar de la sustancia, es necesario hallar por la fórmula química de ésta su masa molecular relativa y al número hallado añadirle la unidad de medida, el g/mol. Por ejemplo:

Fórmula de la sustancia	Fe	O_2	H_2O	H_2SO_4
Masa atómica o molecular relativas	56	32	18	98
Masa molar	56 g/mol	32 g/mol	18 g/mol	98 g/mol

Se deben diferenciar de una manera precisa los siguientes conceptos: la masa molecular relativa M_r, la cual no tiene designación; la masa molar M, que se expresa en kilogramos o en gramos por mol (kg/mol, g/mol); el mol, que es la cantidad de partículas, igual al número de Avogadro N_A.

Ejemplos de solución de problemas

Ejemplo 1. ¿Cuántos moles contiene una masa de agua de 36 g?

La solución la presentamos en forma de tabla:

Orden de operaciones	Solución
1. Escríbase la fórmula de la sustancia y por ella determínese: a) la masa molecular relativa de la sustancia b) la masa molar de la sustancia	H_2O $M_r H_2O = 2 + 16 = 18$ $M\ H_2O = 18$ g/mol
2. Calcúlese a cuántos moles les corresponde la masa de la sustancia dada, dividiéndola por su masa molar	$\frac{36\ \text{g}}{18\ \text{g/mol}} = 2$ mol

Ejemplo 2. Determínese la masa de 10 moles de aluminio.

Resolución. La M del Al = 27 g/mol; 10 moles de aluminio son iguales a 27 g/mol·10 moles = 270 g.

Ejemplo 3. Hállese la masa de cobre que se contiene en 5 moles de óxido cúprico (II).

Resolución. La M_r del CuO = 64 + 16 = 80; la M del CuO = = 80 g/mol.

La masa de 1 mol de CuO contiene 64 g de Cu.

La masa de 5 moles de CuO contiene 64·5 = 320 g de Cu.

Respuesta: 320 g de Cu.

Ejemplo 4. Calcúlese la masa del óxido férrico (III), que contiene 5,6 kg de hierro.

La solución la presentamos en forma de tabla:

Orden de operaciones	Solución
1. Escríbase la fórmula de la sustancia y por ella defínase: a) la masa molecular relativa de la sustancia b) la masa molar de la sustancia	Fe_2O_3 $(56 \times 2)\ (16 \times 3)$ $M_r\, Fe_2O_3 = 112 + 48 = 160$ $M\ Fe_2O_3 = 160$ kg/mol
2. Calcúlese la masa del compuesto, hágase y resuélvase la proporción	En 160 kg de Fe_2O_3 se contienen 112 kg de Fe 5,6 kg de Fe se contienen en x kg de Fe_2O_3 $\frac{x}{160} = \frac{5,6}{112}$ $x = \frac{160 \cdot 5,6}{112} = 8$ kg
3. Escríbase la respuesta de la resolución	La masa del Fe_2O_3 que contiene 5,6 kg de Fe es igual a 8 kg

Ejemplo 5. ¿Cuántos moles se contienen en una masa de 130 g de cromo?

Resolución. La A_r del cromo es igual a 52; la M del Cr = = 52 g/mol;

$$\frac{130 \text{ g}}{52 \text{ g/mol}} = 2,5 \text{ moles.}$$ *Respuesta:* 2,5 moles.

Ejemplo 6. Determínese la composición en por ciento de una aleación de cobre y estaño, en la cual a 6 moles de cobre les corresponde 1 mol de estaño.

Resolución. La A_r del Cu = 64; la M del Cu = 64 g/mol; 6 moles de Cu tienen una masa de 64·6 = 384 g. La A_r del Sn = = 119; la M del Sn = 119 g/mol.

Determínese la masa de la aleación: 384 g + 119 g = 503 g. Hallamos la composición de la aleación, en tanto por ciento

cobre: $\frac{384 \cdot 100\%}{503} = 76,34\%$; estaño: $\frac{119 \cdot 100\%}{503} = 23,66\%$.

Respuesta: el 76,34% de Cu; el 23,66% de Sn.

Ejemplo 7. Una aleación de cobre y zinc está compuesta por el 60% de cobre y el 40% de zinc. Hállese, cuántos moles de cobre le corresponden a un mol de zinc en la aleación dada.

Resolución. En 100 g de aleación hay 60 g de Cu (la M de Cu = = 64 g/mol) y 40 g de zinc (la M de Zn = 65 g/mol).

Hallemos cuántos moles se contienen en una masa de cobre de 60 g:

$$\frac{60 \text{ g}}{64 \text{ g/mol}} = 0{,}94 \text{ mol};$$

cuántos moles comprende una masa de zinc de 40 g:

$$\frac{40 \text{ g}}{65 \text{ g/mol}} = 0{,}61 \text{ mol};$$

por consiguiente, a 0,94 mol de cobre le corresponde 0,61 mol de zinc:

$$\frac{0.94}{0{,}61} = \frac{1{,}5}{1}.$$

Respuesta: a un mol de zinc le corresponden 1,5 moles de cobre.

Ejemplo 8. En 900 cm³ de agua disolvieron 20 g de hidróxido de sodio. ¿Cuántos moles de agua le corresponden a un mol de hidróxido sódico en tal solución?

Resolución. La masa de 900 cm³ de agua es igual a 900 g. Hallamos la cantidad de moles que se contienen en una masa de agua de 900 g:

$$M\ H_2O = 18 \text{ g/mol} \quad \frac{900 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} = 50 \text{ moles};$$

cuántos moles se contienen en una masa de hidróxido de sodio igual a 20 g:

$$M\ NaOH = 40 \text{ g/mol} \quad \frac{20 \text{ g}}{40 \text{ g/mol}} = 0{,}5 \text{ mol}.$$

A 0,5 mol de NaOH le corresponden 50 moles de H_2O o a 1 mol de NaOH le corresponden 10 moles de H_2O.

Problemas y ejercicios

1. Calcúlese la masa en gramos: a) de 2 moles de oxígeno molecular; b) de 3,2 moles de agua; c) de 0,5 mol de ácido sulfúrico; d) de 0,2 mol de óxido cúprico.

2. Calcúlese la masa en gramos: a) de 3 moles de nitrógeno elemental; b) de 0,2 mol de zinc; c) de 4 moles de

azufre; d) de 0,25 mol de titanio; e) 0,25 mol de magnesio.

3. Calcúlese la masa en gramos: a) de 2 moles de hidróxido sódico; b) de 4 moles de ácido sulfúrico; c) de 10 moles de dióxido carbónico; d) de 3 moles de sulfato cúprico.

4. ¿Cuántos moles contiene una masa de hierro de 28 g?

5. ¿Cuántos moles se contienen en las masas siguientes: 46 g de sodio, 20 g de calcio, 81 g de aluminio, 96 g de cobre y 2,4 kg de carbono?

6. ¿Dónde hay más átomos: a) en 1 g de azufre o en 1 g de oxígeno; b) en 0,5 g de calcio o en 0,5 de magnesio?

7. ¿Qué masa de cobre es necesario tomar, para que contenga tantos átomos, cuantos se contienen en 2,4 g de magnesio?

8. ¿Dónde hay más moléculas: a) en 1 g de óxido férrico o en 1 g de óxido cúprico; b) en 1 g de hidróxido sódico o en 1 g de hidróxido de calcio?

9. ¿En qué masa de hidróxido de cobre (II) se contienen tantas moléculas, cuantas hay en 20 g de hidróxido sódico?

10. ¿Qué cantidad de hidróxido cúprico es necesario coger, para que la muestra pesada contenga tantas moléculas, cuantas hay en 49 g de ácido fosfórico H_3PO_4? ¿Qué cantidad de óxido de magnesio es necesario coger, para que en la muestra pesada se contenga la misma cantidad de moléculas que en 8 g de óxido cúprico?

11. En un platillo de la balanza se coloca 1 mol de carbonato de calcio $CaCO_3$. ¿Cuántos moles de hidróxido sódico hay que colocar en el otro platillo, para equilibrar la balanza?

12. ¿Tienen sentido las expresiones siguientes: a) $^1/_2$ de una molécula de agua; b) $^1/_2$ de un mol de agua; $^1/_4$ de un átomo de cobre; c) $^1/_4$ de un mol de cobre?

13. Determínese la masa: a) de un mol de bicarbonato de sodio $NaHCO_3$; b) de 0,1 mol de vitriolo azul $CuSO_4 \cdot 5H_2O$; c) de 0,5 mol de hierro.

14. Calcúlese, cuántos moles de hierro contiene una muestra pesada de 700 g de hierro.

15. Hállese la composición de una aleación, expresada en tanto por ciento, en la cual a 1 mol de estaño le corresponden 5 moles de cobre.

16. El acero que se emplea ampliamente en la producción de lámparas eléctricas, con un contenido de 50% de níquel, tiene el mismo coeficiente de dilatación térmica que el cristal y el platino. Calcúlese, cuántos moles de hierro corresponden en este acero a 1 mol de níquel. El contenido de otros elementos en el acero no se tiene en cuenta.

17. La aleación ПОС-40 (POS-40), que se utiliza ampliamente en la radiotécnica para la soldadura, está compuesta por el 40% de estaño, 58% de plomo y 2% de bismuto. ¿Cuántos moles de cada metal se contienen en 100 g de tal aleación?

18. El bronce de la marca БрОЦС (BrOTsS)-4-4-2,5, que se emplea para la fabricación de juntas en cojinetes y casquillos, está compuesto por el 90% de cobre, 4% de estaño, 4% de zinc y el 2% de plomo. ¿Cuántos moles de cada metal se contienen en 1 kg de este bronce?

19. El alabastro es un material de construcción que tiene un vasto empleo y representa sulfato cálcico dihidratado $CaSO_4 \cdot 2H_2O$. ¿Cuántos moles de calcio se contienen en 2 moles de esta sal?

20. ¿Cuántos gramos de silicio se contienen en 10 moles de sílice SiO_2?

21. ¿Cuántos moles de sodio se contienen en 12,2 g de silicato de sodio?

22. La arena cuarzosa, con un contenido de 96% de dióxido de silicio, se utiliza para la soldadura y reparación de algunas partes de los hornos metalúrgicos con revestimiento ácido. ¿Cuántos moles de silicio se contienen en 200 kg de tal arena?

23. Para la fabricación de papel semiconductor se utiliza como relleno el blanco de zinc (óxido de zinc), el cual se obtiene al quemar los vapores de zinc en oxígeno. ¿Cuántos moles de óxido de zinc se forman al quemar 16,25 kg de zinc?

24. Para el trazado de las piezas de acero en los trabajos de ajuste se utiliza una solución acuosa de sulfato de cobre al 10%. Calcúlese, cuántos moles de agua le corresponden a un mol de sulfato de cobre en dicha solución.

25. Al analizar una muestra de mineral de hierro se identificaron en ella 0,464 g de magnetita Fe_3O_4. ¿Qué cantidad de moles de hierro se contienen en esta muestra?

§ 2. Volumen molar de los gases

Se le llama molar al volumen ocupado por 1 mol de sustancia.

El mol de cualquier gas, en condiciones normales (0° C de temperatura y 101 325 Pa de presión), ocupa un volumen de 22,4 l. Por consiguiente, el volumen molar de cualquier gas es igual a 22,4 l/mol.

Ejemplos de solución de problemas

Ejemplo 1. Determínese el volumen (en condiciones normales) de 3 moles de oxígeno.

Resolución. El volumen molar del oxígeno (en condiciones normales) es igual a 22,4 l/mol. Por consiguiente, el volumen de 3 moles de oxígeno será 22,4 l/mol·3 mol = 67,2 l.

Ejemplo 2. Determínese el volumen (en condiciones normales) del dióxido de carbono (IV) de 4,4 g de masa.

Resolución. La M del CO_2 = 44 g/mol.

44 g de CO_2 ocupan un volumen (en condiciones normales) de 22,4 l

4,4 g de CO_2 ocupan un volumen (en condiciones normales) de x l

$$\frac{x}{22,4}=\frac{4,4}{44} \quad x=\frac{22,4\cdot 4,4}{44}=2,24 \text{ l.}$$

Cálculos por las ecuaciones químicas (estequiométricos)

Ejemplo 3. Hállese el volumen (en condiciones normales) del dióxido de carbono, así como la masa del cloruro de calcio, que se forman por acción del ácido clorhídrico sobre 10 g de carbonato cálcico.

Resolución:

10 g		m		V
$CaCO_3$	+ 2HCl =	$CaCl_2$	+ H_2O +	CO_2
1 mol		1 mol		1 mol
100 g		111 g		22,4 l

Calculamos el volumen V de CO_2:

$$\frac{V}{22,4}=\frac{10}{100} \quad V=\frac{22,4\cdot 10}{100}=2,24 \text{ l.}$$

Determinamos la masa m del $CaCl_2$:

$$\frac{m}{111}=\frac{10}{100} \quad m=\frac{111\cdot 10}{100}=11{,}1 \text{ g.}$$

Respuesta: el volumen de CO_2 es igual a 2,24 l; la masa de $CaCl_2$, a 11,1 g.

Ejemplo 4. En el ataque químico del ácido clorhídrico al zinc se desprenden 5,6 l de hidrógeno medido en condiciones normales. Hállese la masa de zinc que entró en reacción con el ácido.

La solución la presentamos en forma de tabla:

Orden de operaciones	Cálculos
1. Escríbase la ecuación de la reacción química	$Zn+2HCl=ZnCl_2+H_2\uparrow$
2. Sobre las fórmulas de las sustancias dadas y buscadas escríbanse sus valores	$\overset{x}{Zn}+2HCl=ZnCl_2+\overset{5{,}6\ l}{H_2}$
3. Bajo las fórmulas de estas sustancias, partiendo de sus masas molares y del número de moles, escríbanse las cantidades volumétricas y másicas	$\overset{x}{Zn}+2HCl=ZnCl_2+\overset{5{,}6\ l}{H_2}$ 1 mol — 1 mol 65 g — 22,4 l
4. Hágase y resuélvase la proporción	$\frac{x}{65}=\frac{5{,}6}{22{,}4}$ $x=\frac{65\cdot 5{,}6}{22{,}4}=16{,}25$ g
5. Escríbase la respuesta	16,25 g es la masa del zinc que entró en la reacción

Ejemplo 5. Calcúlese, cuántos litros de aire, medidos en condiciones normales, se requieren para quemar 10 g de carbón que contiene el 1% de impurezas incombustibles. Admítase el contenido de oxígeno en el aire igual al 20% (volumétrico).

Resolución. El contenido de impurezas incombustibles en el carbón es igual al 1%, por lo tanto, el contenido de carbono puro constituye el 99% ó 0,99.

Determinemos la masa de carbono contenido en 10 g de carbón: $10 \cdot 0{,}99 = 9{,}9$ g. Escribamos la ecuación de la reacción:

9,9 g x

$C + O_2 = CO_2$

1 mol 1 mol

12 g 22,4 l

Escribamos y resolvamos la proporción:

$$\frac{x}{22{,}4} = \frac{9{,}9}{12} \qquad x = \frac{22{,}4 \cdot 9{,}9}{12} = 18{,}48 \text{ l de } O_2.$$

Hallemos el volumen de aire, necesario para la combustión de 10 g de carbón; ya que 18,48 l de O_2 constituyen el 20% de aire, el volumen de este último será igual a:

$$\frac{18{,}48 \cdot 100}{20} = 92{,}4 \text{ l}.$$

Problemas y ejercicios

26. Calcúlese el volumen (en condiciones normales): a) de 2 moles de hidrógeno; b) de 0,5 mol de oxígeno; c) de 0,5 mol de nitrógeno; d) de 0,2 mol de cloro; e) de 0,3 mol de dióxido de azufre.

27. Determínese el volumen (en condiciones normales): a) de 6 g de hidrógeno; b) de 11 g de dióxido de carbono; c) de 4 g de metano CH_4; d) de 6,4 g de dióxido de azufre; e) de 16 g de helio.

28. El oxígeno que se utiliza en el corte con llama de gas y en la soldadura de metales se almacena y transporta en balones de acero que contienen 8 kg de oxígeno líquido. ¿Qué volumen (en condiciones normales) ocupará esta cantidad de oxígeno?

29. ¿Qué volumen ocupará el dióxido de carbono (en condiciones normales), obtenido por la acción de ácido clorhídrico en exceso sobre 20 g de mármol que contiene 98% de carbonato de calcio?

30. ¿Qué volumen de dióxido de carbono se forma en un horno de cal, si éste fue cargado con 5 t de caliza que contiene el 10% de impurezas? (Calcúlese el volumen del CO_2 para condiciones normales.)

31. Durante la soldadura con llama de gas se consumieron 11,2 l de oxígeno (este volumen fue medido en condiciones normales). ¿Cuántos litros de acetileno C_2H_2 fueron quemados? La ecuación de la reacción de combustión del acetileno es:

$$2C_2H_2 + 5O_2 = 4CO_2 + 2H_2O$$

32. El gas de alto horno contiene el 32% de monóxido de carbono (II) y el 3% de hidrógeno; lo demás es nitrógeno y dióxido de carbono (IV). ¿Cuánto aire (medido en condiciones normales), con un contenido del 20% de oxígeno, se requiere para la combustión completa de 50 m^3 de gas de alto horno?

33. El ácido clorhídrico fue utilizado para atacar químicamente 26 g de Zn. ¿Cuántos litros de hidrógeno (en condiciones normales) se desprendieron durante el proceso?

34. En el proceso de calcinación en un lecho fluidizado de mineral de cobre, que contiene sulfuro cuproso (I), tiene lugar la reacción siguiente: $Cu_2S + 2O_2 \rightarrow$ $\rightarrow 2CuO + SO_2$. Calcúlese, qué volumen de dióxido de azufre (IV) se forma durante la combustión de 16 toneladas de sulfuro cuproso (I). (Calcúlese el volumen de SO_2 en condiciones normales.)

35. ¿Se puede o no llenar un gasómetro de 10 litros de volumen (en condiciones normales) con 14 g de nitrógeno?

36. ¿Qué volumen de oxígeno es necesario coger, para que su masa sea igual a la de 2 litros de dióxido de azufre (IV)? (El O_2 y el SO_2 se toman en condiciones normales).

§ 3. Principales clases de compuestos inorgánicos

Ejemplos de solución de problemas

En este párrafo los más difíciles son los problemas que incluyen los cálculos de la concentración de las disoluciones; es por eso que examinaremos ejemplos de resolución de semejantes problemas. En el programa de química de segunda enseñanza están previstos los cálculos para hallar la concentración de las disoluciones en tanto por ciento. La resolución de tales problemas se simplifica

notablemente, si utilizamos las fórmulas siguientes:

$$C = \frac{a}{a+b} \cdot 100\%, \quad C = \frac{a}{m} \cdot 100\%,$$

$$C = \frac{a}{\rho V} \cdot 100\%,$$

donde C es la concentración en por ciento de la disolución; a, la masa del soluto; b, la masa del disolvente; m, la masa de la disolución $(a + b)$; ρ, la densidad de la disolución en g/cm³; V, el volumen de la disolución.

Ejemplo 1. ¿Cuántos gramos de magnesio es necesario añadir a 200 g de una solución de cloruro cúprico al 13,5%, para desplazar por completo el cobre?

Resolución. Utilizando la fórmula $C = \frac{a}{m} \cdot 100\%$, hallemos el contenido de cloruro cúprico en la disolución:

$$a = \frac{13{,}5 \cdot 200 \text{ g}}{100} = 27 \text{ g}.$$

Escribamos la ecuación de la reacción y realicemos los cálculos necesarios:

x 27 g

$Mg + CuCl_2 = MgCl_2 + Cu$

1 mol 1 mol

24 g 135 g

$$\frac{x}{24} = \frac{27}{135} \quad x = \frac{24 \cdot 27}{135} = 4{,}8 \text{ g}.$$

Respuesta: 4,8 g de Mg.

Ejemplo 2. ¿Qué volumen de ácido sulfúrico al 20,26% se requiere, para que se combine por completo con 16 g de óxido férrico?

Resolución. Escribamos la ecuación de la reacción y por ella calculemos la masa del ácido:

16 g x

$Fe_2O_3 + 3H_2SO_4 = Fe_2(SO_4)_3 + 3H_2O$

1 mol 3 moles

160 g 294 g

$$\frac{x}{294} = \frac{16}{160} \quad x = \frac{294 \cdot 16}{160} = 29{,}4.$$

Por la tabla situada al final del libro hallemos la densidad del ácido sulfúrico para una concentración de 20,26% (ésta es

igual a 1,145 g/cm³) y, utilizando la fórmula $C = \frac{a}{\rho V} \cdot 100\%$, calculemos el volumen de la disolución:

$$V = \frac{29{,}4 \cdot 100}{20{,}26 \cdot 1{,}145} = 126{,}73 \text{ cm}^3.$$

Respuesta: 126,73 cm³ de H_2SO_4.

Ejemplo 3. ¿Qué volúmenes de ácido nítrico de 1,32 g/cm³ de densidad y de agua se requieren para preparar 2 l de una solución de 1,02 g/cm³ de densidad?

Resolución. Por la tabla situada al final del libro hallemos la concentración de ácido nítrico de 1,02 g/cm³ de densidad (ésta es igual al 3,7%), y por la fórmula $C = \frac{a}{\rho V} \cdot 100\%$ calculemos su masa en el volumen dado de la disolución:

$$a = \frac{3{,}7 \cdot 2000 \cdot 1{,}02}{100} = 75{,}48 \text{ g}.$$

Utilizando la misma fórmula, calculemos el volumen del ácido nítrico de 1,32 g/cm³ de densidad, en el cual se contienen 75,48 g de ácido, si la concentración del ácido a dicha densidad es de 50,71% (véase la tabla al final del libro):

$$V = \frac{a \cdot 100\%}{Cp} = \frac{75{,}48 \cdot 100}{50{,}71 \cdot 1{,}32} = 112{,}76 \text{ cm}^3.$$

Respuesta: se requieren 112,76 cm³ de ácido y 2000 cm³ — — 112,76 cm³ = 1887,24 cm³ de agua.

Problemas y ejercicios

37. Más abajo se dan las fórmulas de los distintos compuestos inorgánicos; escríbanse en columnas separadas las fórmulas de los óxidos, hidróxidos, ácidos y sales; nómbrese cada compuesto: $Ca(OH)_2$, $ZnCl_2$, HNO_3, CaO, $CuSO_4$, $Ba(OH)_2$, H_2SO_4, SO_2, $NaOH$, KOH, $FeSO_4$, Na_2O, P_2O_5, $Al(NO_3)_3$, HCl, $Fe(OH)_3$, H_2S, CO_2, H_3PO_4.

38. Escríbanse las fórmulas de los siguientes compuestos: óxido cúprico, óxido férrico, hidróxido potásico, sulfato de magnesio, ácido bromhídrico, dióxido de azufre, heptóxido de manganeso (VII).

39. En la construcción se utilizan ampliamente la cal viva y apagada, creta, arena y el alabastro. Escríbanse las fórmulas de las sustancias que entran en la composición de cada uno de estos materiales, dénles el nombre químico e indíquese a qué clase de compuestos pertenecen.

40. El blanco que se emplea en los trabajos de pintura es, bien óxido de zinc (blanco de zinc) o dióxido de titanio (blanco de titanio) o bien sulfato de bario (blanco fijo). Escríbanse las fórmulas de los compuestos que se utilizan en la preparación de blancos.

41. El alundo que se usa en la industria vacuoeléctrica en calidad de recubrimiento aislante de los calentadores, es un óxido de aluminio fundido. Escríbase la fórmula de este óxido e indíquese su carácter.

42. A continuación se dan las fórmulas de los distintos compuestos inorgánicos; escríbanse por separado los óxidos básicos, ácidos y anfóteros; nómbrese cada uno de ellos: SO_2, H_2S, FeO, MnO, CH_4, SO_3, Na_2O, CaO, Mn_2O_7, CrO_3, NiO, Al_2O_3, Cl_2O_7, P_2O_5, SiO_2, NH_3, ZnO, Fe_2O_3, K_2O, SiH_4, BaO, CuO, B_2O_3, Li_2O.

43. Escríbanse las fórmulas de los óxidos que conocen y que se emplean ampliamente en la construcción para la preparación de materiales aglutinantes.

44. ¿Qué óxidos de hierro se utilizan en la fabricación del hierro colado y acero? Escríbanse sus fórmulas químicas y dénse sus nombres.

45. Escríbanse las fórmulas de los óxidos de: sodio, magnesio, litio, cobre (I), cobre (II), aluminio, hierro (III), cromo (VI), fósforo (V), azufre (IV), nitrógeno (V), cloro (VII), vanadio (V), carbono (IV), zinc. Los óxidos básicos subráyense con una raya, los ácidos, con dos rayas.

46. Escríbanse las fórmulas de los óxidos anfóteros que conocen.

47. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones de combustión en el óxigeno de las siguientes sustancias: a) azufre; b) fósforo; c) calcio; d) bario; e) aluminio. Nómbrense las sustancias obtenidas e indíquese su carácter (ácido, básico, anfótero).

48. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones químicas entre: a) el óxido cúprico y el ácido nítrico; b) el óxido de bario y el ácido clorhídrico; c) el óxido de aluminio y el ácido sulfúrico; d) el monóxido de sodio y el agua; e) el óxido de calcio y el dióxido de carbono; f) el óxido de magnesio y el dióxido de azufre.

49. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones químicas entre: a) el trióxido de azufre (VI) y el agua; b) el óxido fosfórico (V) y el agua; c) el dióxido de carbono

y el hidróxido de calcio; d) el dióxido de azufre y el hidróxido de sodio; e) el óxido de calcio y el dióxido de silicio (IV).

50. ¿Con cuáles de las sustancias enumeradas más abajo reaccionará el óxido cúprico (II)?: a) ¿Con el hidróxido de sodio? b) ¿El ácido sulfúrico? c) ¿El agua? d) ¿El ácido clorhídrico? e) ¿El hidróxido de calcio? f) ¿El monóxido de sodio? Escríbanse las ecuaciones de las reacciones respectivas.

51. Escríbanse las ecuaciones de aquellas reacciones químicas que son posibles:

a) $Fe_2O_3 + H_2SO_4 =$
b) $CO_2 + Ba(OH)_2 =$
c) $ZnO + HCl =$
d) $FeO + KOH =$
e) $CO_2 + HCl =$
f) $MgO + HNO_3 =$
g) $ZnO + NaOH =$
h) $Fe_2O_3 + H_2O =$

Dense los nombre sa las sustancias que toman parte en las reacciones.

52. Los materiales cerámicos, que poseen una alta constante dieléctrica, se fabrican a partir de los óxidos de magnesio, zinc y calcio, fundiéndolos por calentamiento fuerte con el dióxido de titanio (IV). Escríbanse las ecuaciones de las reacciones de obtención de los titanatos (sales del ácido titánico H_2TiO_3) por combinación de los óxidos indicados.

53. La cerámica fabricada con titanato de bario $BaTiO_3$ se usa en las ordenadoras electrónicas y en los captadores de hilo caliente. Escríbase la ecuación de la reacción de obtención del titanato de bario a partir del óxido de bario y del dióxido de titanio y calcúlese, cuánta sustancia inicial se requiere para obtener 4,66 kg de titanato de bario.

54. La sanguina seca (pintura roja) contiene como pigmento aproximadamente el 63% de óxido férrico. ¿Cuántos gramos de ácido clorhídrico al 10% se requieren, para que todo el pigmento, que se contiene en 10 g de sanguina, reaccione totalmente con el ácido?

55. Escríbanse las fórmulas de los hidróxidos de potasio, magnesio, calcio, litio, cobre (II), hierro (III), níquel (II), bario, aluminio y zinc. Indíquese, cuáles de ellos son álcalis y cuáles poseen propiedades anfóteras.

56. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones:

a) $NaOH + HCl =$ d) $Cu(OH)_2 + HNO_3 =$

b) $KOH + H_2SO_4 =$ e) $NaOH + CuSO_4 =$

c) $Ca(OH)_2 + CO_2 =$ f) $Fe(OH)_3 \xrightarrow{t^o} Fe_2O_3 + H_2O$

Nómbrense las sustancias que participan y que se forman en estas reacciones.

57. Si a través del agua calcárea soplamos el aire expirante de los pulmones, el agua se enturbece. ¿Por qué? Escríbase la ecuación de la reacción correspondiente.

58. ¿Por qué el agua calcárea hay que mantenerla en recipientes bien taponados? Confírmese la respuesta con la ecuación de la reacción.

59. No se recomienda cerrar con tapones esmerilados los recipientes, en los cuales se conservan las disoluciones alcalinas, puesto que tales tapones con frecuencia es difícil destaponarlos. Explíquese la causa de este fenómeno y escríbase la ecuación de la reacción correspondiente.

60. Calcúlese, cuántos moles de hidróxido de sodio se requieren para neutralizar una disolución que contenga 4,9 g de ácido sulfúrico.

61. A una disolución de 0,5 mol de hidróxido bárico se le añadió una disolución que contenía 0,5 mol de ácido nítrico. ¿Qué reacción presentará la disolución obtenida y con qué indicador se puede determinarlo?

62. Para neutralizar una disolución de ácido nítrico se consumieron 5,6 g de hidróxido de potasio. ¿Cuántos gramos de ácido nítrico contenía la disolución?

63. A 100 g de una disolución de hidróxido de sodio al 20% se les añadieron 50 g de ácido clorhídrico al 36,5%. ¿Cuántos gramos de cloruro de sodio se obtuvieron?

64. ¿Con cuáles de las sustancias indicadas a continuación reaccionará el hidróxido de calcio? a) ¿Con el dióxido de azufre (IV)? b) ¿El óxido ferroso (II)? c) ¿El ácido nítrico? d) ¿El ácido sulfúrico? e) ¿El dióxido de carbono? f) ¿El hidróxido cúprico (II)? Escríbanse las ecuaciones de las reacciones posibles.

65. El hidróxido de aluminio que se añade a las tintas de imprenta se obtiene mediante la acción de una disolución de carbonato de sodio sobre sulfato de aluminio a 50° C. La ecuación de la reacción es:

$$Al_2(SO_4)_3 + 3Na_2CO_3 + 3H_2O = 2Al(OH)_3\downarrow + 3Na_2SO_4 + 3CO_2\uparrow$$

Calcúlese, qué cantidad de sulfato de aluminio y de carbonato de sodio se requiere para obtener 7,8 kg de hidróxido de aluminio.

66. Escríbanse las fórmulas de los siguientes ácidos: clorhídrico, bromhídrico, nítrico, sulfúrico, sulfuroso, sulfhídrico, fluorhídrico, carbónico y fosfórico. Indíquese, cuáles de estos ácidos son: a) oxácidos; b) hidrácidos; c) monobásicos; d) polibásicos. Subráyense en la fórmula de cada ácido los radicales ácidos y désígnese su valencia con un número romano arriba.

67. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones químicas y nómbrense las sustancias obtenidas:

a) $HCl + Ca(OH)_2 =$ d) $H_2SO_4 + Al =$

b) $H_2SO_4 + CuO =$ e) $HBr + KOH =$

c) $H_3PO_4 + NaOH =$ f) $H_2SO_4 + Fe_2O_3 =$

68. ¿Pueden estar simultáneamente en una disolución: a) los hidróxidos de bario y calcio; b) el ácido nítrico y el hidróxido de sodio; c) el hidróxido de potasio y el sulfato cúprico; d) los hidróxidos de sodio y de potasio; e) los ácidos clorhídrico y sulfúrico? Dése una respuesta argumentada y escríbanse las ecuaciones de las reacciones correspondientes.

69. Calcúlese, qué cantidad en mililitros de ácido sulfúrico ($\rho = 1{,}840$ g/cm^3) se requiere para preparar 2 kg de disolución al 22% utilizada para cargar acumuladores.

70. El ácido sulfúrico para acumuladores, que se vende en los comercios, tiene una densidad de 1,720 g/cm^3. ¿Qué cantidad de tal ácido se requiere para preparar 6 l de disolución de ácido sulfúrico, con una densidad de 1,260 g/cm^3, destinado para cargar acumuladores portátiles?

71. El cloruro de magnesio que se emplea en la construcción para marcas especiales de cemento se obtiene por combinación del óxido de magnesio con el ácido clorhídrico. ¿Cuántos kilogramos de óxido de magnesio y cuántos litros de ácido clorhídrico de 1,12 g/cm^3 de densidad se requieren para obtener 9,5 t de cloruro de magnesio?

72. Para identificar el ácido clorhídrico en una disolución de cloruro de magnesio, a éste se le añade magnesita (carbonato de magnesio). Si es que en este caso se desprenden burbujas de gas (¿cuál?), entonces la disolu-

ción contiene el ácido. Escríbase la ecuación de la reacción correspondiente.

73. El óxido de zinc que se emplea en la producción de blancos de zinc puede contener como impureza una cantidad insignificante de zinc puro. Para determinar las impurezas de metal libre en el óxido de zinc, 4 g de esta sustancia se trataron con ácido clorhídrico en exceso, obteniendo de esta manera 2,8 ml de hidrógeno (en condiciones normales). Determínese el porcentaje de zinc en la muestra dada de óxido de zinc.

74. Para preservar la madera de la pudrición se la trata con un antiséptico, que se obtiene por neutralización de la sosa cáustica con ácido fluorhídrico. Escríbase la ecuación de la reacción que tiene lugar y calcúlese, qué cantidad de sustancias se requiere para obtener 420 kg de antiséptico, NaF.

75. Cuántos moles de ácido sulfúrico se consumieron para quitar una capa de óxido de una pieza de cobre, si el peso de la pieza disminuyó, después del ataque químico, en 4 g?

76. Para quitar la herrumbre de los tornillos de acero, se les trata con ácido clorhídrico. Considerando convencionalmente que la herrumbre es el óxido férrico (III), calcúlese, cuántos gramos de ácido clorhídrico al 10% se requieren para quitar 16 g de herrumbre.

77. Para la reparación de paredes y techos cubiertos de hollín, primeramente se lava la superficie con una disolución de ácido clorhídrico al 2%. ¿Cuántos gramos de ácido clorhídrico técnico al 37% se requieren para preparar un balde (10 kg) de tal solución?

78. ¿Cuántos moles de ácido sulfúrico se consumen en la neutralización de 0,5 mol de hidróxido de calcio y 2,5 moles de hidróxido de potasio?

79. ¿Con cuáles de las siguientes sustancias: a) aluminio; b) cobre; c) óxido cúprico; d) hidróxido cúprico; e) dióxido de azufre; f) sodio; g) hidróxido sódico; h) ácido sulfúrico; i) hidróxido férrico, reacciona el ácido clorhídrico? Escríbanse las ecuaciones de las reacciones correspondientes.

80. Nómbrense los compuestos, cuya composición se expresa por las siguientes fórmulas: Na_2SO_4; NaCl; KNO_3; $CuCO_3$; $Al_2(SO_4)_3$; $ZnSO_4$; KBr; FeS; $Fe(NO_3)_3$; $BaCl_2$; Na_3PO_4; $NaHCO_3$; $KHSO_4$.

81. Escríbanse las fórmulas de las sales siguientes: fluoruro de sodio, cloruro de magnesio, sulfato ferroso (II), carbonato de sodio, hidrocarbonato de potasio, sulfato ácido de sodio, nitrato mercúrico (II), sulfato sódico, sulfito sódico, sulfuro sódico, hidrosulfuro sódico: subráyense las fórmulas de las sales ácidas.

82. Escríbanse las fórmulas de las sales, que se usan constantemente en la industria y vida cotidiana.

83. Escríbanse las fórmulas de las sales que se aplican en la construcción.

84. ¿Con cuáles de las sustancias indicadas a continuación puede reaccionar el sulfato cúprico? a) ¿Con el hidróxido potásico? b) ¿El ácido sulfúrico? c) ¿El hierro? Escríbanse las ecuaciones de las reacciones correspondientes.

85. La imprimación de vitriolo azul está compuesta por sulfato de cobre, creta, agua y otras sustancias. ¿Qué ocurrirá si a esta imprimación: a) le añadimos ácido clorhídrico; b) le introducimos un clavo de hierro? Escríbanse las ecuaciones de las reacciones correspondientes.

86. ¿Cuál es la causa por la que el vitriolo azul que se emplea para tratar las paredes antes de blanquearlas no puede conservarse en baldes de hierro o galvanizados? Explíquense y escríbanse las ecuaciones de las reacciones correspondientes.

87. La pintura blanca litopón contiene pigmento, constituido por sulfato bárico y sulfuro de zinc. Cuando el ácido clorhídrico actúa sobre el litopón, se desprende un gas de olor desagradable. Esta propiedad del litopón se aprovecha para diferenciarlo de otras pinturas blancas. Escríbase la ecuación de formación de este gas y nómbrese el mismo.

88. ¿Cómo puede establecerse la cantidad de sulfuro de zinc que se contiene en el litopón? (Véase el problema anterior.)

89. Las disoluciones de las sales $MgCl_2$, $MgSO_4$, $FeSO_4$ se aplican para apiñar la magnesita alcalina (carbonato magnésico) en la producción de aglutinantes magnesianos. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones de obtención de estas sales.

90. A un almacén trajeron sacos con creta (carbonato de calcio) y cal calcinada (óxido de calcio). Durante el

transporte se perdieron las etiquetas de algunos sacos. ¿Cómo establecer, qué sustancias se encuentran en los sacos?

91. El cloruro de magnesio técnico que se usa en la construcción debe contener no menos del 45% de $MgCl_2$. ¿Qué cantidad de cloruro magnésico se contiene en 3 t de tal material?

92. Con ayuda de qué reacciones se pueden realizar las siguientes transformaciones:

a) $Zn \rightarrow ZnO \rightarrow ZnCl_2 \rightarrow Zn(OH)_2 \rightarrow Zn(NO_3)_2 \rightarrow Na_2ZnO_2$

b) $S \rightarrow H_2S \rightarrow SO_2 \rightarrow SO_3 \rightarrow H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 \rightarrow BaSO_4$

Escríbanse las ecuaciones de las reacciones y nómbrense las sustancias que toman parte en estas reacciones.

93. En un laboratorio hay: sodio, ácido sulfúrico, agua, óxido cúprico, zinc. Es necesario obtener: hidróxido de sodio, sulfato cúprico, cobre metálico, sulfato de zinc. Escríbanse las ecuaciones químicas de obtención de todas estas sustancias.

94. Un laboratorio tiene: sulfato cúprico (II), nitrato cúprico, carbonato cúprico. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones de obtención de cloruro cúprico, a partir de estas sales.

95. Se tienen 50 g de solución de sulfato cúprico al 4%. ¿Cuánto polvo de zinc es necesario adicionar a esta solución, para que se convierta de azul cielo en incolora?

96. Al hacer pasar cloro por una disolución incolora de yoduro potásico, ésta adquiere un color pardo. ¿Por qué? Escríbase la ecuación de la reacción. ¿Qué sustancia hay que añadir a esta solución, para que adquiera color azul?

97. Para quitar las manchas de herrumbre de las paredes y techos antes de blanquearlos o pintarlos, se usa el decapado con una solución acuosa de vitriolo azul, el cual se prepara disolviendo $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ en agua caliente en proporción de 70 g por cada litro de agua. Determínese la concentración expresada en tanto por ciento del $CuSO_4$ en tal disolución.

98. Si ponemos unos cuantos cristales de yodo en una taza de porcelana, la tapamos con una placa de plomo limpia y la calentamos, en la placa de plomo aparece una capa amarilla. Explíquese este fenómeno y escríbase la ecuación de la reacción correspondiente.

99. La fórmula del yeso con el cual se prepara el material de construcción alabastro, es $CaSO_4 \cdot 2H_2O$. Defínase el porcentaje de agua de cristalización en el yeso.

100. En tipografía como blancos de impresión se usa una mezcla de sulfato de bario e hidróxido de aluminio. Escríbanse las ecuaciones químicas de obtención de blancos de impresión y calcúlese, cuántos moles de cada una de las sustancias reaccionantes se requieren para obtener una mezcla que conste de 15 moles de sulfato de bario y 10 moles de hidróxido de aluminio.

§ 4. Ley periódica y sistema periódico de los elementos químicos de D. I. Mendeléiev. Estructura de la materia

101. ¿Cuántos períodos, series, grupos y subgrupos incluye el sistema periódico de los elementos de D. I. Mendeléiev?

102. ¿Cuántos elementos hay: a) en cada período corto; b) en el cuarto período largo; c) en el sexto período largo?

103. ¿Qué período no está terminado? ¿Cuántos elementos contiene actualmente? ¿Qué cantidad máxima de elementos puede incluir cuando concluya?

104. ¿Cómo cambian, con el crecimiento de las cargas de los núcleos de los átomos, las propiedades metálicas y no metálicas de los elementos en los períodos?

105. Indíquese el número atómico, período, grupo y subgrupo para el magnesio, silicio, fósforo, rubidio, telurio, bismuto. ¿Cuáles de estos elementos pertenecen a los metales y cuáles a los no metales?

106. ¿Qué elemento del segundo período posee mayores propiedades metálicas?

107. ¿En qué elemento las propiedades no metálicas son más acentuadas, en el fósforo o en el arsénico? ¿Por qué?

108. Escríbanse las fórmulas de los óxidos superiores para los elementos del tercer período e indíquese, cómo cambian sus propiedades con el crecimiento de las cargas del núcleo de los átomos de los elementos.

109. Escríbanse los símbolos químicos de los elementos de los subgrupos principales de los grupos I, VI y VII y señálese el nombre del grupo.

110. ¿Qué elementos se llaman calcógenos? ¿En qué subgrupo se encuentran?

111. ¿Qué elementos se denominan lantánidos? ¿En qué período se encuentran?

112. ¿Qué hay de común en la estructura de los átomos de los elementos situados: a) en un mismo período; b) en un mismo subgrupo?

113. ¿Cómo cambian las propiedades de los elementos de un subgrupo con el crecimiento de las cargas de los núcleos de sus átomos?

114. ¿En qué elemento las propiedades metálicas son más acentuadas, en el wolframio o molibdeno? ¿En el rubidio o cesio? ¿En el escandio o itrio? ¿En el titanio o circonio? ¿En la plata o rubidio? Arguméntese la respuesta.

115. ¿Cómo cambian las propiedades de los hidróxidos de los elementos del subgrupo principal del segundo grupo con el crecimiento de las cargas de los núcleos de sus átomos?

116. Escríbanse las fórmulas de los óxidos superiores para los elementos con número atómico 12, 24, 25, 30, 33. Señálense las propiedades de cada óxido.

117. Escríbanse las fórmulas de los ácidos crómico, permangánico, estánnico y perclórico.

118. Escríbanse las fórmulas de los cloruros de los elementos del III período del sistema periódico de los elementos químicos e indíquese, cuál de los cloruros contiene mayor y cuál menor cantidad de cloro.

119. Escríbanse las fórmulas del óxido, hidróxido, cloruro, sulfato y carbonato de rubidio.

120. El selenio se aplica ampliamente en la electrotécnia para fabricar rectificadores de corriente alterna. Escríbase la fórmula del óxido superior de selenio y señálese con qué sustancias, cuyas fórmulas se dan más abajo, puede entrar en reacción química: ¿con KOH, H_2O, H_2SO_4, SO_2, LiOH, MgO? Escríbanse las ecuaciones de las reacciones posibles.

121. En la producción de condensadores cerámicos termoestables de alta y baja tensión se emplean sales de calcio, magnesio y otros metales del ácido estánnico. Estas sales se obtienen por combinación de los óxidos metálicos con el óxido estánnico (IV). Escríbanse las ecuaciones de las reacciones entre el óxido de magnesio y el óxido estánnico.

122. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones entre: a) el hidróxido de estroncio y el trióxido de selenio; b) el óxido de litio y el ácido bromhídrico; c) el magnesio y el nitrógeno; d) el radio y el cloro; e) el ácido selénico y el óxido de rubidio.

123. Al reaccionar con agua 0,8 g de metal situado en el grupo II del sistema periódico de los elementos de D. I. Mendeléiev se desprenden 448 ml de hidrógeno (en condiciones normales). Nómbrese este metal.

124. Menciónense los elementos químicos y sus combinaciones que se utilizan como combustible.

125. Nómbrense los elementos químicos que se aplican en la radioelectrónica como semiconductores.

126. Dibújese el esquema electrónico correspondiente a la estructura del átomo de número atómico 14 y descríbanse sus propiedades químicas principales. ¿Cuáles de las combinaciones que conocen de este elemento se emplean en la construcción?

127. Represéntese el esquema de la estructura electrónica del átomo de número atómico 16 y descríbanse sus propiedades químicas más importantes. ¿Qué aplicación tiene esta sustancia en la economía nacional?

128. Menciónense los elementos, cuyos átomos tienen la capa electrónica exterior completada. Indíquese, en qué grupo del sistema periódico se encuentran y qué aplicación práctica tienen.

129. Nómbrense los elementos, cuyos átomos tienen seis electrones en la capa electrónica exterior. ¿En qué grupo y subgrupo del sistema periódico se encuentran? ¿Cómo se denomina este grupo?

130. Partiendo de la posición del magnesio en el sistema periódico de los elementos químicos, señálese: a) cuántos protones y neutrones tiene el núcleo del átomo; b) la totalidad de electrones en el átomo; c) cuántos niveles electrónicos tiene el átomo; d) cuántos electrones hay en el nivel electrónico exterior.

131. Dibújese el esquema de la estructura electrónica de los átomos de: a) litio, sodio y potasio; b) berilio, magnesio y calcio; c) boro y aluminio. ¿En qué consiste la similitud y la diferencia en la estructura de los átomos de estos elementos?

132. ¿Cómo se puede explicar, con ayuda de la teoría electrónica de la estructura del átomo, el debilitamiento

de las propiedades metálicas y el reforzamiento de las no metálicas de los elementos en los períodos? Confírmese la respuesta con ejemplos.

133. Señálense las cargas de los núcleos de los átomos y determínese, los átomos de qué elementos poseen el siguiente orden de distribución de los electrones en los niveles electrónicos: 2, 8, 2; 2, 8, 7; 2, 8, 8; 2, 8, 8, 2.

134. Nómbrense los elementos, cuyos átomos tienen la siguiente distribución de los electrones en los niveles electrónicos: a) 2, 8, 3; b) 2, 8, 6; c) 2, 8, 8; d) 2, 8, 8, 1. Dibújense los esquemas electrónicos de sus átomos.

135. Represéntense los esquemas de la estructura electrónica de los iones sódico, de aluminio, cloruro, sulfuro.

136. Compárense las estructuras de los iones S^{2-}, Cl^-, K^+, Ca^{2+} con la estructura del átomo de argón.

137. Defínase el estado de oxidación de los elementos en los compuestos siguientes: MgO; Na_2CO_3; KNO_3; $KMnO_4$; $KClO_3$; $Al_2(SO_4)_3$; $Ca_3(PO_4)_2$; $NaClO$; K_2MnO_4.

138. Represéntense los esquemas electrónicos de formación del: a) flúor; b) fluoruro de hidrógeno; c) fluoruro de litio. Señálese el tipo de enlace químico en estas sustancias.

139. Represéntense las fórmulas electrónicas de la estructura de las sustancias siguientes: cloruro de calcio, sulfuro sódico, cloruro de hidrógeno, cloro, nitrógeno y agua. Indíquese el tipo de enlace químico y de red cristalina en estas sustancias.

140. Escríbanse las fórmulas estructurales de los ácidos nítrico y sulfúrico y asígnese sobre los símbolos químicos de los elementos el número de oxidación.

141. Represéntese la fórmula electrónica de la estructura del ácido sulfúrico y calcúlese el número de electrones en la capa electrónica exterior de cada átomo.

142. Cuando se calientan los metales alcalinos en una corriente de hidrógeno se forman sustancias cristalinas sólidas, llamadas hídridos. Escríbase la ecuación de combinación del sodio con el hidrógeno e indíquense los cambios que tienen lugar en los átomos de sodio e hidrógeno. ¿Qué tipo de enlace químico posee el hídrido obtenido?

143. Dibújese el esquema electrónico de la estruc-

tura del hidrión negativo e indíquese, los átomos de qué elemento tienen la misma estructura de la capa electrónica. Señálese, qué estados de oxidación presenta el hidrógeno.

144. Escríbanse los esquemas electrónicos de formación de las moléculas de: a) cloruro potásico; b) sulfuro magnésico; c) fluoruro de calcio. ¿Qué elementos en estas reacciones son oxidantes y cuáles, reductores?

145. Escríbanse las ecuaciones electrónicas para las transformaciones siguientes:

a) $Li \rightarrow Li^+$ b) $Mg \rightarrow Mg^{2+}$ c) $Al \rightarrow Al^{3+}$

d) $S \rightarrow S^{2-}$ e) $Cl \rightarrow Cl^-$ f) $N \rightarrow N^{3-}$

146. Nómbrense dos sustancias que posean red cristalina, para cada tipo de red: a) iónica, b) atómica, c) molecular.

147. ¿Qué tipo de red cristalina poseen las sustancias que se emplean como materiales abrasivos?

148. ¿Qué sustancias, cuyas fórmulas se dan a continuación, poseen las temperaturas de fusión más bajas? ¿El NaCl? ¿El I_2? ¿El Cl_2? ¿El H_2O? ¿Por qué?

149. Designense con símbolos químicos los isótopos de los elementos siguientes: cloro-35, cloro-37; hidrógeno-1; hidrógeno-2; hidrógeno-3; magnesio-24; magnesio-26; uranio-235; uranio-239.

150. ¿En qué se diferencian por su estructura los isótopos de potasio-39 y potasio-40?

151. Complétense las ecuaciones de las transformaciones nucleares siguientes:

a) $^{14}_{7}N + {}^{4}_{2}He \rightarrow {}^{1}_{1}H + ?$ d) $^{10}_{5}B + {}^{4}_{2}He \rightarrow {}^{13}_{7}N + ?$

b) $^{7}_{3}Li + ? \rightarrow 2{}^{4}_{2}He$ e) $^{238}_{92}U + ? \rightarrow {}^{239}_{92}U$

c) $^{9}_{4}Be + {}^{1}_{2}He \rightarrow {}^{1}_{0}H + ?$

152. Durante las pruebas nucleares la atmósfera se contamina con muchas sustancias radiactivas, entre las cuales las más peligrosas son los isótopos radiactivos: estroncio-90; cesio-137; yodo-131. Escríbanse los símbolos químicos de estos isótopos. Determínese, cuántos neutrones se contienen en el núcleo de cada uno de ellos.

153. En el bombardeo de los átomos de aluminio con partículas α se forma el isótopo silicio-30 y otro elemento más. Escríbase la ecuación de esta reacción nuclear y nómbrese el elemento que se forma.

154. Durante el bombardeo de los átomos de aluminio con neutrones se forma el isótopo de sodio-24 y otro elemento más. Escríbase la ecuación de esta reacción nuclear y nómbrese el elemento que se forma.

155. ¿Qué son átomos marcados? ¿Para qué se aplican en la economía nacional?

§ 5. Efecto térmico de la reacción química. Ecuaciones termoquímicas

Las reacciones químicas van acompañadas bien con desprendimiento o bien con absorción de energía calorífica.

La cantidad de energía calorífica que se desprende o se absorbe en una reacción química se denomina *efecto térmico de la reacción*, y las ecuaciones químicas, en las cuales se indica este efecto, *ecuaciones termoquímicas*.

Ejemplos de solución de problemas

Ejemplo 1. ¿Qué cantidad de calor se desprende en la combustión de 1 kg de carbón, si el efecto térmico de la reacción es igual a 394 kJ?

Resolución. Escribamos la ecuación de la reacción termoquímica de combustión del carbono:

$$\begin{array}{l} 1000\ \text{g} \qquad\qquad\qquad\qquad x \\ \quad C + O_2 = CO_2 + 394\ \text{kJ} \\ 1\ \text{mol} \\ 12\ \text{g} \end{array}$$

Luego, escribamos y resolvamos la proporción:

En la combustión de 12 g de C se desprenden 394 kJ
En la combustión de 1000 g de C se desprenden x kJ

$$\frac{x}{394} = \frac{1000}{12} \qquad x = \frac{394 \cdot 1000}{12} = 32\,833\ \text{kJ}.$$

Ejemplo 2. Escríbase la ecuación termoquímica de la reacción de combustión del magnesio, si se conoce que en la combustión de 2,4 g de magnesio se desprenden 67,12 kJ de energía.

Resolución. Escribamos la ecuación de la reacción de combustión del magnesio:

2,4 g 60,12 kJ
$2Mg + O_2 = 2MgO + Q$
2 moles
48 g x

Escribamos y resolvamos la proporción:

$$\frac{x}{60,12} \quad \frac{48}{2,4} \quad x = \frac{60,12 \cdot 48}{2,4} = 1202,4 \text{ kJ}.$$

La ecuación termoquímica de combustión del magnesio es:
$2Mg + O_2 = 2MgO + 1202,4$ kJ.

Ejemplo 3. Aplicando la ecuación termoquímica de descomposición de la caliza (carbonato de calcio) calcúlese, cuánta energía calorífica se requiere para descomponer 2 kg de caliza.

Resolución. Escribamos la ecuación de la reacción de descomposición de la caliza:

2000 g x
$CaCO_3 = CaO + CO_2 - 180$ kJ
1 mol
100 g

Para descomponer 100 g de $CaCO_3$ se requieren 180 kJ
Para descomponer 2000 g de $CaCO_3$ se requieren x kJ.

Escribamos y resolvamos la proporción:

$$\frac{x}{180} = \frac{2000}{100} \quad x = \frac{180 \cdot 2000}{100} = 3600 \text{ kJ}.$$

Ejemplo 4. ¿Qué volumen de metano CH_4 (en condiciones normales) se requiere quemar para descomponer 1 kg de caliza, si el efecto térmico de la reacción de descomposición del $CaCO_3$ es 180 kJ, y el calor de combustión del metano, 890 kJ?

Resolución. Calculemos la cantidad de energía que se necesita para descomponer 1 kg de caliza, partiendo de la ecuación termoquímica de la reacción de descomposición del carbonato de calcio:

1000 g x
$CaCO_3 = CaO + CO_2 - 180$ kJ
1 mol
100 g
$x : 180 = 1000 : 100 \quad x = 180 \cdot 1000/100 = 1800$ kJ.

Calculemos, qué volumen de metano (en condiciones normales) se requiere para obtener 1800 kJ de energía, basándonos en la ecuación termoquímica de la reacción de combustión del metano:

$$\underset{1\ \text{mol}}{\underset{22,4\ \text{l}}{CH_4} + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O} + \overset{x}{\overset{1800\ \text{kJ}}{890\ \text{kJ}}}$$

En la combustión de 22,4 l de CH_4 se desprenden 890 kJ
En la combustión de x l de CH_4 se desprenden 1800 kJ

Ahora, escribamos y resolvamos la proporción:

$$\frac{x}{22,4} = \frac{1800}{890} \qquad x = \frac{22,4 \cdot 1800}{890} = 44,18\ \text{l}.$$

Respuesta: 44,18 l de metano CH_4.

Problemas y ejercicios

156. En la combustión de 6,5 g de zinc se desprenden 34,39 kJ de calor. Determínese el efecto térmico de la reacción y escríbase la ecuación termoquímica de esta reacción.

157. Calcúlese, qué cantidad de energía calorífica se libera en la combustión de 1 kg de azufre, partiendo de la ecuación termoquímica $S + O_2 = SO_2 + 297$ kJ.

158. ¿Qué cantidad de energía calorífica es necesario gastar para descomponer 0,3 mol de óxido mercúrico (II), si se sabe que el efecto térmico de la reacción es igual a 90,5 kJ?

159. Calcúlese, qué cantidad de calor se desprende en la oxidación de 5 moles de cobre, partiendo de la ecuación termoquímica $2Cu + O_2 = 2CuO + 311$ kJ

160. ¿Cuántos litros de oxígeno, medido en condiciones normales, se consumieron en la combustión del fósforo, si se liberaron 61,92 kJ de energía? La ecuación termoquímica de combustión del fósforo es: $4P + 5O_2 = 2P_2O_5 + 3096$ kJ.

161. Defínase la cantidad de energía que se desprende al apagar 11,2 t de cal calcinada CaO, si se conoce que el efecto térmico de esta reacción es igual a 62,7 kJ.

162. ¿Cuánta energía térmica se libera en la combustión de 1 kg de antracita que contiene 95% de carbono, 3,4% de hidrógeno, 0,2% de azufre y 1,4% de impurezas incombustibles, si el efecto térmico de la reacción de combustión del carbono es +394 kJ, del hidrógeno, +286 kJ y del azufre, +297 kJ?

163. Calcúlese el consumo de carbón de piedra necesario para calcinar 1 t de caliza que contiene el 90% de carbonato de calcio, basándose en las reacciones termoquímicas siguientes: a) $CaCO_3 = CaO + CO_2 - 180$ kJ; b) $C + O_2 = CO_2 + 394$ kJ.

164. El acetileno C_2H_2 se emplea mucho para la soldadura y el corte autógenos de metales. Determínese la cantidad de calor que se desprende en la combustión de 1 m^3 de acetileno (medido en condiciones normales), partiendo de la ecuación termoquímica $2C_2H_2 + 5O_2 = 4CO_2 + H_2O + 2618$ kJ.

165. Calcúlese el calor de formación del óxido férrico (III), si se conoce que al reducir 24 g de éste con aluminio se desprenden 123,65 kJ. El calor de formación del óxido de aluminio es igual a 1643 kJ. La ecuación de la reacción es: $Fe_2O_3 + 2Al = Al_2O_3 + 2Fe$.

166. Una de las reacciones que tiene lugar en el alto horno durante la fundición del hierro colado se expresa por la ecuación: $Fe_3O_4 + CO = 3FeO + CO_2 + Q$. Defínase el efecto térmico de esta reacción, si se sabe que el calor de formación del Fe_3O_4 es igual a 1117 kJ, y el del FeO, a 270 kJ.

167. El efecto térmico de la reacción de combustión del sodio en cloro se representa por la ecuación termoquímica: $2Na + Cl_2 = 2NaCl + 824$ kJ. Calcúlese, qué volumen de cloro, medido en condiciones normales, entró en reacción con el sodio, si durante la misma se desprendieron 41,20 kJ de calor.

Capítulo 2

DISOCIACIÓN ELECTROLÍTICA

Ejemplos de solución de problemas

Ejemplo 1. En calidad de electrolito en los acumuladores alcalinos se utiliza una solución de hidróxido sódico ($\rho = 1{,}225$ g/cm^3) al 20%. ¿Cuántos moles de iones hidroxilo se contienen en 100 ml de tal solución?

Resolución. Calculemos la masa de 100 ml de dicha disolución: $1{,}225 \cdot 100 = 122{,}5$ g.

Para calcular cuánto hidróxido de sodio hay en esta disolución, escribamos y resolvamos la proporción:

En 100 g de disolución se contienen 20 g de NaOH
En 122,5 g de disolución se contienen x g de NaOH

$$\frac{x}{20} = \frac{122{,}5}{100} \qquad x = \frac{20 \cdot 122{,}5}{100} = 24{,}5 \text{ g}.$$

Hallemos, cuántos moles de hidróxido de sodio se comprenden en esta masa. La masa de 1 mol de NaOH es igual a 40 g, y la masa de 24,5 g corresponde a $24{,}5/40 = 0{,}6$ mol, pero como en 1 mol de NaOH hay 1 mol de iones hidroxilo, entonces 0,6 mol de NaOH contiene 0,6 mol de iones hidroxilo.

Ejemplo 2. ¿Qué reacción del medio da una disolución de sulfato de aluminio con el indicador tornasol? ¿Por qué?

Resolución. El sulfato de aluminio es una sal de base débil $Al(OH)_3$ y ácido fuerte H_2SO_4, por lo tanto se hidroliza en la disolución:

$$Al_2(SO_4)_3 + 2H_2O \rightleftarrows 2AlOHSO_4 + H_2SO_4 \qquad (1)$$

ó

$$2Al^{3+} + 3SO_4^{2-} + 2H_2O \rightleftarrows 2AlOH^{2+} + 3SO_4^{2-} + 2H^+ \qquad (2)$$

$$Al^{3+} + H_2O \rightleftarrows AlOH^{2+} + H^+ \qquad (3)$$

En este proceso los cationes de aluminio fijan los iones hidroxilo del agua, liberando los iones hidrógeno, los cuales proporcionan a la disolución propiedades ácidas.

Se recomienda que los alumnos escriban las ecuaciones de hidrólisis sólo en forma iónica abreviada (3).

Ejemplo 3. En una disolución de nitrato de plata se sumergió una pieza de cobre. Al cabo de cierto tiempo

la pieza se sacó de la disolución, se lavó, se secó y pesó. Resultó que su masa aumentó en 3,04 g. ¿Qué cantidad de plata se depositó en la pieza de cobre?

Resolución. Escribamos la ecuación de la reacción:

$$2Ag^{+} + Cu = 2Ag + Cu^{2+}$$

2 moles — 1 mol

216 g — 64 g

De esta ecuación se deduce que cada 2 moles de plata, al depositarse en la pieza de cobre, desplazan de ella a la disolución 1 mol de cobre, y la masa de la pieza aumenta en 216 g — 64 g = 152 g.

Escribamos y resolvamos la proporción:

Al depositarse 216 g, la masa aumenta en 152 g

Al depositarse x g, la masa aumenta en 3,04 g

$$\frac{x}{216} = \frac{3{,}04}{152} \qquad x = \frac{216 \cdot 3{,}04}{152} = 4{,}32 \text{ g}.$$

Ejemplo 4. ¿Cuántos gramos de plata se depositarán en el cátodo, si se hace pasar una corriente de 4 A por una disolución de nitrato de plata durante 0,5 h?

Resolución. Para resolver semejantes problemas es necesario usar la fórmula que se deduce de la ley de Faraday:

$$m = E i \tau / 96\,500,$$

donde m es la masa de la sustancia en gramos; E, el equivalente químico de la sustancia que se deposita (para la plata es igual a 108 g); i, la corriente en amperios; τ, el tiempo en segundos; 96 500 es el número de Faraday (C).

Sustituyendo en la fórmula los datos del problema, hallamos la masa de la sustancia depositada en el cátodo:

$$m = \frac{108 \cdot 4 \cdot 1800}{96\,500} = 8 \text{ g}.$$

§ 6. Electrólitos y no electrólitos. Disociación electrolítica

Problemas y ejercicios

168. ¿Cuáles de los líquidos siguientes conducen la corriente eléctrica? a) ¿La disolución acuosa de azúcar? b) ¿El alcohol etílico? c) ¿La solución acuosa de sal de cocina? d) ¿El keroseno? h) ¿La solución acuosa del hidróxido sódico? f) ¿El agua calcárea? g) ¿El ácido clorhídrico? h) ¿La solución acuosa de carbonato de sodio Na_2CO_3?

169. En una disolución acuosa, ¿en qué iones disocian el: a) sulfato cúprico; b) cloruro potásico; c) ácido sulfúrico; d) hidróxido potásico; e) sulfato férrico (III); f) hidróxido de calcio; g) nitrato de sodio; h) cloruro magnésico? Escríbanse las ecuaciones de la disociación.

170. ¿Qué iones se contienen en las disoluciones de: a) cloruro de zinc; b) nitrato de bario; c) sulfato de aluminio; d) ácido clorhídrico; e) ácido fosfórico; f) bromuro potásico; g) hidróxido de bario? Para argumentar la respuesta, escríbase la ecuación de disociación de estas sustancias.

171. ¿Qué iones entran en la composición de las sustancias, cuyas fórmulas son: Na_2SO_4; Na_2SiO_3; $KClO_3$; $KMnO_4$; $Mg(NO_3)_2$; K_2CO_3; $Ca(OH)_2$; K_2SiO_3; $MgSO_4$?

172. ¿Cómo se puede identificar el ion hidroxilo en una solución de cal apagada?

173. ¿Cómo se puede reconocer el ion hidroxonio H_3O^+ en una solución?

174. Escríbanse as ecuaciones de la disociación electrolítica de las sustancias siguientes: a) sulfato de zinc; b) cloruro magnésico; c) sulfato férrico; d) ácido bromhídrico; e) carbonato ácido de calcio; f) ácido fosfórico.

175. En el agua de un manantial se detectaron los iones siguientes: Na^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Fe^{3+}, Cl^-, HCO_3^-, Br^-. Escríbanse las fórmulas de las sales que forman dichos iones al disolverse.

176. Escríbanse las fórmulas de las sales que al disociarse en soluciones acuosas forman los iones de: a) Fe^{2+} y SO_4^{2-}; b) Ni^{2+} y NO_3^-; c) K^+ y PO_4^{3-}; d) Al^{3+} y SO_4^{2-}; e) Na^+ y F^-; f) Rb^+ y OH^-.

177. Las soluciones de cloruro de hidrógeno en benzeno no conducen la corriente eléctrica y no reaccionan con los metales activos, mientras que las soluciones acuosas del cloruro de hidrógeno, sí. ¿Cómo se puede explicar esto?

178. El cloruro de calcio y el silicato de sodio se utilizan en la producción de planchas de fibrolita. Escríbanse las ecuaciones de disociación de estas sales en disoluciones acuosas.

179. El agua que se emplea en la preparación de morteros para la construcción no tiene que contener iones H_3O^+, OH^- y SO_4^{2-}. ¿Cómo se puede identificar la presencia de estos iones en el agua natural?

180. ¿Cuáles de los compuestos siguientes: $MgCl_2$; NaClO; $KClO_3$; NaCl; $NaClO_4$; $FeCl_3$ y KCl, forman iones cloruro (Cl^-), cuando se disuelven en agua? Escríbanse las ecuaciones de disociación de estas sustancias.

181. ¿Cómo se puede identificar en la solución el ion Cu^{2+}, sin aplicar ningún reactivo?

182. ¿Por la presencia de qué iones está condicionado el color de la disolución de permanganato de potasio $KMnO_4$?

§ 7. Grado de disociación electrolítica

183. El cloruro cúprico (II) anhidro tiene un color amarillo oscuro, la disolución acuosa saturada de esta sal es de color verde, y la solución diluida de la misma, de color azul celeste. ¿Cómo se puede explicar esto?

184. ¿A qué es igual el grado de disociación del electrólito, si: a) de cada 100 de sus moléculas se disociaron 30; b) de cada 10 de sus moléculas se disociaron 2?

185. El grado de disociación de un electrólito es igual a 0,3. Hállese, cuántas moléculas del electrólito de cada 1000 se disociaron.

186. El grado de disociación del electrólito es igual al 40%. De cada 10 moléculas de electrólito, ¿cuántas se disociaron?

187. Escríbanse las fórmulas de los: a) ácidos y bases fuertes; b) ácidos y bases débiles, que conocen.

188. Las disoluciones del ácido acético CH_3COOH y del hidróxido amónico NH_4OH conducen muy débilmente la corriente eléctrica. ¿Cambiará la electroconductibilidad si mezclamos estas disoluciones? Dése una respuesta argumentada.

189. ¿Cómo puede explicarse que el ácido sulfúrico concentrado se transporta en vagones cisternas de hierro, mientras que el diluido no puede transportarse de esta forma?

190. Para reconocer la presencia de yodo en las sustancias se usa el engrudo de almidón, el cual se colorea de azul por el yodo. ¿Por qué no cambia la coloración del engrudo, al añadirle una disolución de yoduro potásico?

191. ¿En qué se diferencia por su estructura y propiedades el ion yoduro del átomo de yodo?

192. Calcúlese, cuántos moles de iones hidroxilo se comprenden en 1 kg de una disolución de hidróxido sódico al 10%.

193. Calcúlese, qué cantidad de moles de iones cloruro se contienen en 10 g de una disolución de cloruro sódico al 5%.

194. Calcúlese, cuántos iones cúprico (II) hay en 20 g de una solución de sulfato cúprico (II) al 10%.

195. ¿En qué disolución de ácido sulfúrico se contienen más iones de hidrógeno, en una al 40% ó en una al 20%? ¿Por qué?

196. ¿Cómo se puede aumentar y cómo disminuir el grado de disociación de un electrólito débil?

197. ¿Cómo cambiará la disociación del ácido clorhídrico, si le añadimos una disolución de cloruro sódico?

198. ¿Por qué cuando añadimos una disolución de ácido sulfuroso a una disolución de hidróxido bárico la electroconductibilidad de ésta disminuye, y al adicionar una disolución de la misma base o de hidróxido sódico, aumenta? Confírmese la respuesta con las reacciones iónicas correspondientes.

§ 8. Reacción que presentan los electrólitos en la disolución. Ecuaciones iónicas

199. Escríbanse las ecuaciones iónicas completas y abreviadas de las reacciones entre las disoluciones de los electrólitos:

a) $HCl + NaOH =$ b) $HNO_3 + KOH =$

c) $H_3PO_4 + Ca(OH)_2 =$ d) $HBr + Ba(OH)_2 =$

e) $H_2SO_4 + LiOH =$ f) $CuSO_4 + NaOH =$

g) $FeCl_3 + KOH =$ h) $Mg(NO_3)_2 + Ca(OH)_2 =$

i) $H_2SO_4 + Na_2CO_3 =$ j) $Cu(OH)_2 + HNO_3 =$

200. En la fabricación de cátodos de óxidos para los aparatos vacuoeléctricos se aplican ampliamente los carbonatos de calcio, estroncio y bario, los cuales se obtienen de los nitratos de estos metales al reaccionar éstos con la sosa Na_2CO_3. Escríbanse las ecuaciones iónicas completas y abreviadas de estas reacciones.

201. Escríbanse las ecuaciones iónicas completas y abreviadas de las reacciones entre las disoluciones del:

a) ácido nítrico y el hidróxido sódico; b) ácido fosfórico y el hidróxido potásico; c) nitrato cúprico y el hidróxido de litio; d) sulfato sódico y el cloruro bárico; e) cloruro de zinc y el nitrato de plata.

202. El bórax que se aplica en la pintura a veces contiene impurezas de sulfatos y cloruros. Escríbanse las ecuaciones iónicas de las reacciones, con ayuda de las cuales se pueda identificar la presencia de estas impurezas en el bórax.

203. La pintura «Marte rojo» contiene un pigmento que se obtiene por precipitación del hidróxido férrico de las sales solubles del hierro y su posterior calcinación. Escríbanse las ecuaciones de obtención de este pigmento en forma iónica y molecular.

204. Señálese, cuáles de las reacciones entre los compuestos siguientes se verifican hasta el final:

a) $HNO_3 + K_2CO_3 =$ b) $KNO_3 + MgCl_2 =$
c) $H_2SO_4 + KOH =$ d) $CuCl_2 + NaOH =$
e) $H_2S + CuSO_4 =$ f) $KOH + Na_2SO_4 =$

Escríbanse las ecuaciones iónicas completas y abreviadas de las reacciones posibles.

205. Escríbase la ecuación iónica abreviada de neutralización y explíquese su esencia, basándose en la teoría de la disociación electrolítica.

206. ¿Por qué para identificar el ácido clorhídrico y sus sales se usa una disolución de nitrato de plata? Escríbanse las ecuaciones iónicas correspondientes.

207. Indíquese el reactivo para el ácido sulfúrico y las disoluciones de sus sales. Escríbanse las ecuaciones iónicas de las reacciones entre el ácido sulfúrico y sus sales con este reactivo.

208. ¿Por qué cuando el nitrato de plata se disuelve en agua de río, de manantial o de cañería las disoluciones de estas sales nunca son transparentes? Confírmese la respuesta con la ecuación iónica correspondiente.

209. La pulpa de madera para la fabricación de planchas de fibrolita se moja con una disolución de cloruro de calcio y se le añade vidrio soluble (silicatos sódico y potásico Na_2SiO_3, K_2SiO_3). Escríbanse las ecuaciones iónicas completas y abreviadas de las reacciones que tienen lugar entre estas sustancias.

210. El antiséptico que se emplea para proteger la madera de la acción de los hongos putrefactivos se obtiene por neutralización de una solución de hidróxido sódico con el ácido fluorhídrico. Escríbanse las ecuaciones iónicas completas y abreviadas de la reacción de obtención de esta sustancia.

211. La cola de caseína en polvo que se administra a la red comercial contiene, además de la sustancia orgánica caseína, hidróxido de calcio, carbonato sódico, sulfato cúprico (II) y fluoruro sódico. Escríbanse las ecuaciones iónicas completas y abreviadas que tienen lugar entre las sustancias minerales que constituyen la cola, durante la disolución de ésta en el agua.

212. ¿Pueden estar presentes simultáneamente en la disolución los iones: a) Cu^{2+} y OH^-; b) Cu^{2+} y NO_3^-; c) Ba^{2+} y SO_4^{2-}; d) Ag^+ y Cl^-; e) K^+ y NO_3^-; f) Ca^{2+} y CO_3^{2-}?

213. Escríbanse las ecuaciones iónicas de las reacciones entre las disoluciones de: a) cloruro magnésico e hidróxido potásico; b) hidróxido de calcio y cloruro de zinc; c) hidróxido de litio y nitrato de níquel (II).

214. ¿Con cuáles de las sustancias siguientes: a) dióxido de carbono; b) óxido férrico; c) sulfato de zinc; d) ácido sulfúrico; e) nitrato cúprico (II); f) hidróxido potásico, puede entrar en reacción el hidróxido de bario? Escríbanse las ecuaciones iónicas completas y abreviadas de las reacciones posibles.

215. Escríbanse las ecuaciones iónicas completas y abreviadas de las reacciones entre los electrólitos:

a) $AgNO_3 + KBr =$
b) $Ba(NO_3)_2 + Al_2(SO_4)_3 =$
c) $KNO_3 + H_2SO_4 =$
d) $ZnCl_2 + Sr(OH)_2 =$
e) $Fe(NO_3)_3 + LiOH =$
f) $NaCl + AgNO_3 =$

216. ¿Con ayuda de qué reacciones se pueden realizar las transformaciones, expresadas por las ecuaciones iónicas abreviadas siguientes:

a) $Cu^{2+} + 2OH^- = Cu(OH)_2$
b) $Ca^{2+} + CO_3^{2-} = CaCO_3$
c) $CuO + 2H^+ = Cu^{2+} + H_2O$
d) $Ba^{2+} + SO_4^{2-} = BaSO_4$
e) $Fe^{3+} + 3OH^- = Fe(OH)_3$
f) $CO_2 + 2OH^- = CO_3^{2-} + H_2O$?

Escríbanse las ecuaciones iónicas completas de estas reacciones.

217. Póngans dos ejemplos de cada caso, cuando las reacciones entre los electrólitos se verifican hasta el final con la formación de: a) precipitado; b) gas; c) agua.

218. ¿Cuáles de los compuestos siguientes: $Mg(OH)_2$; HCl; KOH; NaCl; HNO_3, reaccionan con el óxido férrico? Escríbanse las ecuaciones iónicas completas y abreviadas de las reacciones posibles.

219. Hace falta preparar una disolución, en 1 l de la cual se contenga 0,2 mol de iones férrico (III) y 0,3 mol de iones sulfato. ¿Qué sal y en qué cantidad es necesario coger para ello?

220. Para cargar los acumuladores ácidos se utiliza una disolución de ácido sulfúrico ($\rho = 1{,}290$ g/cm^3). ¿Cuántos moles de iones sulfato se contienen en 1 l de tal disolución?

221. En los acumuladores alcalinos como electrólito se aplica una disolución de hidróxido sódico ($\rho = 1{,}021$ g/cm^3) al 20%. ¿Cuántos moles de iones sodio se contienen en 1 l de tal solución?

222. Es necesario preparar disoluciones de cloruro y de carbonato sódicos, en cada una de las cuales el contenido de iones sodio sea igual. Calcúlese, ¿qué cantidad de cada sal hay que coger?

223. ¿Qué cantidades de nitratos férrico (III) y de zinc hay que coger para obtener disoluciones con el mismo contenido de iones nitrato?

224. En 1 l de agua se disolvieron 0,2 mol de nitrato potásico y 0,1 mol de sulfato sódico. ¿Con qué otras dos sales se puede preparar una disolución igual?

225. Fue establecido que en 1 l de agua de manantial de sosa se contiene 0,1 mol de iones hidrocarbonato. Calcúlese, cuántos moles de iones sodio se contienen en un vaso de tal agua (el volumen del vaso es 200 ml).

§ 9. Hidrólisis de las sales

226. ¿Por qué la disolución de sosa Na_2CO_3 presenta reacción alcalina, y la solución de cloruro de zinc, ácida? Confírmese la respuesta con las ecuaciones de las reacciones correspondientes.

227. ¿Cuáles de las sales siguientes: a) nitrato de aluminio; b) cloruro cúprico; c) silicato de sodio Na_2SiO_3; d) sulfato potásico; e) cloruro bárico; f) nitrato magnésico; g) sulfuro potásico, se hidrolizan? Escríbanse las ecuaciones de las reacciones de hidrólisis y señálese en cada caso individual la reacción del medio.

228. Escríbanse las ecuaciones iónicas y moleculares de las reacciones de hidrólisis de las siguientes sales: a) nitrato de zinc; b) sulfuro sódico; c) carbonato potásico; d) fluoruro sódico; e) sulfato férrico. Indíquese en cada caso individual la reacción del medio.

229. ¿Qué reacción sobre el indicador presentan el KI, KCN, KClO, K_2S, $Fe_2(SO_4)_3$, K_2SO_4, K_2SiO_3, $Al_2(SO_4)_3$, $NiSO_4$? Confírmese la respuesta con las ecuaciones iónicas correspondientes.

230. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones de hidrólisis de las sales siguientes: a) cloruro de cadmio; b) carbonato de litio; c) bromuro de zinc; d) sulfuro potásico.

231. Escríbanse las reacciones iónica y molecular, que tienen lugar cuando se mezclan las disoluciones de sulfato alumínico y carbonato sódico, considerando la hidrólisis completa de una de las sales obtenidas.

232. El color de algunos pigmentos que forman parte de la composición de las pinturas, cambia en función del medio (alcalino, ácido). ¿Por qué los materiales calizos y silíceos cambian el color de ciertos pigmentos? Para argumentar la respuesta, escríbanse las ecuaciones de las reacciones correspondientes.

233. Escríbanse las ecuaciones iónicas y moleculares de las reacciones que tienen lugar, cuando se mezclan las soluciones de: a) sulfuro sódico y sulfato alumínico; b) cloruro férrico y carbonato potásico; c) cloruro de cromo (III) y carbonato sódico. En todos los casos la hidrólisis de cada sal es completa.

§ 10. Reacciones de oxidación-reducción

234. Señálese, qué reacciones, cuyas ecuaciones se dan a continuación, son de oxidación-reducción:

a) $CaCl_2 + H_2SO_4 = CaSO_4 + 2HCl$

b) $Mg + 2HCl = MgCl_2 + H_2\uparrow$

c) $Fe_2O_3 + 6HNO_3 = 2Fe(NO_3)_3 + 3H_2O$

d) $2NaCl + F_2 = 2NaF + Cl_2$

e) $SnCl_2 + 2NaOH = Sn(OH)_2 + 2NaCl$

f) $SnCl_2 + 2HgCl_2 = SnCl_4 + 2HgCl$

235. En los esquemas que se dan a continuación asígnese el número de oxidación de los elementos en cada sustancia, póngase los coeficientes y señálese, cuáles de estas reacciones son de oxidación-reducción:

a) $Fe_2O_3 + H_2 \rightarrow Fe + H_2O$

b) $Na_2O + H_2O \rightarrow NaOH$

c) $HgO \rightarrow Hg + O_2\uparrow$

d) $CuO + C \rightarrow Cu + CO_2\uparrow$

e) $CuO + HCl \rightarrow CuCl_2 + H_2O$

f) $Mg(OH)_2 + HNO_3 \rightarrow Mg(NO_3)_2 + H_2O$

g) $P + O_2 \rightarrow P_2O_5$

h) $NaBr + Cl_2 \rightarrow NaCl + Br_2$

i) $CuSO_4 + Zn \rightarrow ZnSO_4 + Cu$

j) $HCl + Al \rightarrow AlCl_3 + H_2\uparrow$

236. Escríbanse las ecuaciones iónicas completas y abreviadas de las reacciones de oxidación-reducción siguientes e indíquese en ellas el oxidante y el reductor: a) $Mg + HCl =$; b) $Hg(NO_3)_2 + Cu =$; c) $PbO + H_2 =$; d) $Zn + O_2 =$; e) $Cu + Cl_2 =$; f) $KI + Cl_2 =$.

237. El cloruro férrico se aplica en la radiotécnica para el ataque químico de las placas de cobre, con el fin de obtener esquemas de radio impresos. Como resultado del ataque se forman el cloruro cúprico y el cloruro ferroso. Escríbanse la ecuación de la reacción que se verifica y explíquese ésta, basándose en la teoría de la estructura electrónica de la sustancia.

238. Escríbanse las ecuaciones iónicas completas y abreviadas de las reacciones entre: a) el nitrato de plomo (II) y el zinc; b) una disolución de ácido sulfúrico y el aluminio; c) el bromuro potásico y el flúor; d) el litio y el agua; e) el flúor y el agua. Señálese el oxidante y el reductor en cada ecuación.

239. Ajústense los coeficientes en las reacciones, cuyos esquemas se dan a continuación, y señálese en cada una

de ellas el agente oxidante y el reductor:

a) $H_2S + HClO \rightarrow S + HCl + H_2O$

b) $H_2SO_4 + C \rightarrow CO_2 + SO_2 + H_2O$

c) $HBr + H_2SO_4 \rightarrow Br_2 + SO_2 + H_2O$

d) $H_2S + Cl_2 \rightarrow HCl + S$

e) $MnO_2 + HCl \rightarrow MnCl_2 + H_2O + Cl_2$

240. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones, en las cuales: a) el ion hidrógeno es agente oxidante; b) el átomo de hidrógeno, agente reductor; c) el ion cúprico, oxidante; d) el átomo de cobre, reductor.

241. Póngase un ejemplo de una reacción de oxidación-reducción, en la cual el átomo de un mismo elemento manifiesta propiedades tanto oxidantes como reductoras.

242. Dése un ejemplo de reacción de oxidación-reducción en la cual el oxígeno O^{2-} manifiesta propiedades reductoras.

243. Por una disolución que contiene 30 g de bromuro sódico se hizo pasar 2,8 l de cloro, en condiciones normales. ¿Qué cantidad de bromo se oxidó? ¿Cuántos moles de ion bromuro no entró en la reacción?

244. Para el cobreado de una pieza de hierro, ésta se sumergió por cierto tiempo en un baño electrolítico con disolución de sulfato cúprico, después de lo cual la pieza se lavó, se secó y se pesó. Resultó que su masa aumentó en 1,6 g. Calcúlese, qué cantidad de cobre puro se depositó en la superficie de la pieza.

245. Durante el calentamiento del cobre con ácido sulfúrico concentrado se desprendieron 1,4 l de dióxido de azufre, en condiciones normales. Calcúlese, cuántos gramos de cobre se oxidaron durante el proceso y cuántos moles de ácido sulfúrico se redujeron.

246. En la obtención de formas de cobre para imprenta, que se emplean en poligrafía para impresión en huecograbado, se utiliza una disolución de cloruro férrico (III). En el ataque químico al cobre se verifica la reacción: $FeCl_3 + Cu \rightarrow CuCl_2 + FeCl_2$. Explíquese el mecanismo de esta reacción basándose en la teoría de la estructura electrónica de la sustancia.

247. Escríbase el esquema del balance electrónico y ajústense los coeficientes en las ecuaciones de las reac-

ciones de oxidación-reducción siguientes:

a) $KMnO_4 + H_2SO_3 \rightarrow H_2SO_4 + K_2SO_4 + MnSO_4 + H_2O$

b) $KMnO_4 + HCl \rightarrow KCl + MnCl_2 + H_2O + Cl_2\uparrow$

c) $H_2SO_4 + S \rightarrow SO_2 + H_2O$.

§ 11. Electrólisis de las disoluciones y sustancias fundidas

248. Hágase el esquema de la electrólisis del: a) cloruro sódico; b) hidróxido sódico, fundidos. ¿Qué sustancias se depositan en el ánodo y cuáles en el cátodo?

249. Háganse los esquemas de la electrólisis en las disoluciones acuosas del: a) cloruro cúprico; b) cloruro sódico; c) bromuro potásico; d) sulfato potásico; e) sulfato cúprico. ¿Qué sustancias se depositan en el cátodo y en el ánodo y qué sustancias se forman en este proceso en el espacio anódico y catódico?

250. ¿Cuántos litros de cloro, en condiciones normales, se desprendieron en el ánodo durante la electrólisis del cloruro cúprico, si en el cátodo se depositaron 1,6 g de cobre?

251. Durante la electrólisis de una disolución de cloruro mercúrico se formaron 3 ml de mercurio (ρ_{Hg} = = 13,600 g/cm^3). ¿Qué gas y en qué cantidad se desprende en el ánodo?

252. Determínese el consumo de nitrato cádmico en el cadmiado de una pieza de acero, si la masa de ésta, después del cadmiado en un baño galvánico, aumentó en 22,4 g.

253. ¿Qué significado práctico tiene la electrólisis con un ánodo fabricado de un metal, cuyos iones forman parte de la composición del electrólito, con el cual se carga el baño galvánico?

254. Háganse los esquemas de la electrólisis de los electrólitos en las disoluciones acuosas (con electrodos inertes) de: a) cloruro potásico; b) cloruro bárico; c) sulfato de níquel (II); d) sulfato cúprico; e) nitrato de plomo (II).

255. Háganse los esquemas para la electrólisis de los electrólitos en las disoluciones acuosas de: a) nitrato cúprico con ánodo de cobre; b) nitrato de plata con ánodo de plata; c) sulfato cádmico con ánodo de cadmio.

256. Represéntese el esquema de niquelado de una pieza de hierro y calcúlese, qué cantidad de níquel se desprende de una disolución de sulfato de níquel (II) al pasar una corriente de 5 A de intensidad, durante 20 min.

257. Es necesario recubrir una pieza de hierro, que tiene una superficie de 200 cm^2, con una capa de níquel de 0,05 mm de grosor. ¿Qué tiempo se necesita para ello, si a través de un baño galvánico se hace pasar una corriente de 3 A de intensidad (ρ_{Ni} = 8,900 g/cm^3)?

258. ¿Cuántos gramos de plata se depositan en el cátodo, si a través de una disolución de nitrato de plata se hace pasar una corriente de 4 A de intensidad, durante 0,5 h?

259. ¿Cuánto tiempo es necesario hacer pasar una corriente de 2 A de intensidad a través de una disolución de nitrato de plata, en el plateado de un cilindro de cobre realizado por el proceso de impresión en huecograbado, para que en su superficie se depositen 9 g de plata?

260. Defínase el equivalente del cadmio si se sabe que al pasar una corriente por una disolución de nitrato de cadmio se desprenden 11,2 g de cadmio en el cátodo y 1,12 l de oxígeno (en condiciones normales) en el ánodo.

261. ¿Cuál será el rendimiento, si en el proceso de refinado una corriente de 25 A de intensidad deposita en el cátodo durante 10 h 275 g de cobre puro?

262. ¿Cuánto tiempo hay que hacer pasar una corriente de 6 A de intensidad a través de una disolución de sal de plata para recubrir un objeto de cobre de 70 cm^2 de superficie, con una capa de plata de 0,005 mm de grosor (ρ_{Ag} = 10,500 g/cm^3)?

263. A través de una disolución de cloruro cúprico se hizo pasar una corriente de 0,1 A de intensidad durante 5 min. Calcúlese la cantidad de cobre que se depositó en el cátodo y el volumen de cloro (en condiciones normales) que se desprendió en el ánodo, si el rendimiento de cobre, considerando las pérdidas, constituye el 90%.

264. ¿La corriente de qué intensidad hay que hacer pasar a través de una disolución de sulfato crómico, para que se desprendan 3,25 g de cromo durante 0,5 h?

265. A través de una disolución de 200 g de cloruro sódico se pasó una corriente eléctrica continua, desprendiéndose en el cátodo 0,224 l de hidrógeno, en condiciones normales. ¿Qué reacción del medio presenta con el torna-

sol la disolución? ¿Cuántos gramos de ácido clorhídrico al 5% es necesario adicionar a esta disolución para que se neutralice?

266. Al pasar la corriente eléctrica continua a través de una disolución de cloruro potásico se desprendieron en el cátodo 2,24 l de gas. ¿Qué gas se desprendió y cuánto hidróxido potásico se formó en la disolución?

267. ¿Qué sustancia se someterá a la electrólisis si a través de una disolución de nitrato potásico se hace pasar la corriente eléctrica continua?

268. Pónganse ejemplos de disoluciones acuosas, en la electrólisis de las cuales ninguno de los iones de estos electrólitos se descarga y, solamente, tiene lugar la descomposición del agua.

269. ¿Qué cantidad de sustancia se depositó en el cátodo y ánodo durante la electrólisis de cloruro sódico fundido, si el proceso duró 5 h con una intensidad de corriente de 1 A?

270. ¿Qué cantidad de culombios de electricidad es necesario gastar para depositar de una disolución de sulfatos 1 g de cada una de las sustancias siguientes: a) Cu; b) Zn; c) Fe; d) Ni; e) Cr; f) Sn?

271. ¿La corriente de qué intensidad es necesario hacer pasar durante 2 h a través de un baño galvánico para recubrir ciertos objetos de cobre, de 0,1 m^2 de superficie total, con una capa de cromo de 0,005 mm de espesor ($\rho_{Cr} = 7{,}160$ g/cm^3)?

272. En 10 min de electrólisis de una disolución de nitrato de plata se desprendieron en el ánodo 174 ml de oxígeno (en condiciones normales). Determínese la intensidad de corriente y la cantidad de plata que se deposita en el cátodo.

273. ¿Qué cantidad de níquel se deposita de una disolución de nitrato de níquel, por la cual pasa una corriente de 2 A de intensidad, durante 40 s?

Problemas experimentales

274. Háganse las reacciones entre las soluciones de: a) Na_2CO_3 y HNO_3; b) $CuCl_2$ y KOH; c) H_2SO_4 y NaOH. Escríbanse las ecuaciones iónicas completas y abreviadas de las reacciones y explíquese, por qué se verifican hasta el final.

275. Realícense las reacciones entre las soluciones de: a) $CuSO_4$ y NaOH; b) Na_2SO_3 y H_2SO_4; c) HNO_3 y KOH. Escríbanse y explíquense las ecuaciones iónicas completas y abreviadas de las reacciones. Nómbrense las sustancias formadas.

276. Verifíquense las reacciones entre las soluciones de: a) K_2CO_3 y HCl; b) $CaCl_2$ y Na_2CO_3; c) KNO_3 y NaCl. Escríbanse las ecuaciones iónicas completas y abreviadas y explíquense, cuáles de estas reacciones se realizan hasta el final y por qué.

277. Háganse las reacciones, a las cuales les corresponden las ecuaciones iónicas abreviadas siguientes:

a) $Ba^{2+} + SO_4^{2-} = BaSO_4$

b) $Ag^+ + Cl^- = AgCl$

c) $Cu^{2+} + 2OH^- = Cu(OH)_2$

Escríbanse las ecuaciones iónicas y moleculares completas de las reacciones.

278. Verifíquense las reacciones a las que corresponden las siguientes ecuaciones iónicas reducidas:

a) $Ca^{2+} + CO_3^{2-} = CaCO_3$

b) $H^+ + OH^- = H_2O$

c) $Fe^{3+} + 3OH^- = Fe(OH)_3$

Escríbanse las ecuaciones iónicas completas y moleculares de estas reacciones.

279. Verifíquense las reacciones a las cuales les corresponden las siguientes ecuaciones iónicas:

a) $Al^{3+} + 3OH^- = Al(OH)_3$

b) $2H^+ + CO_3^{2-} = H_2O + CO_2\uparrow$

c) $CuO + 2H^+ = H_2O + Cu^{2+}$

Escríbanse las ecuaciones iónicas completas y moleculares de estas reacciones.

280. Utilizando la disolución de yoduro potásico realícese la reacción $2I^- \rightarrow I_2$. Escríbanse las ecuaciones iónicas completa y abreviada de esta reacción y señálese el agente oxidante y el reductor.

281. Usando la disolución de bromuro sódico verifíquese la reacción $2Br^- \rightarrow Br_2$. Escríbanse las ecuaciones iónicas completa y reducida de las reacciones y señálese el agente oxidante y el reductor.

282. Utilizando la disolución de cloruro cúprico realícese el paso $Cu^{2+} \rightarrow Cu$. Escríbanse las reacciones iónicas completa y reducida de esta reacción y señálese, qué sustancia se reduce y cuál se oxida.

283. Se dan disoluciones de sulfuro, sulfito y sulfato sódicos. Identifíquense experimentalmente en cada sal los aniones correspondientes y escríbanse las ecuaciones iónicas completas y abreviadas de las reacciones realizadas.

284. En tres tubos de ensayo hay disoluciones de ácido nítrico, hidróxido sódico y nitrato sódico. Aplicando solamente un reactivo (¿cuál?), determínese cada una de las sustancias.

285. Se dan disoluciones de ácido sulfúrico, sulfato sódico y cloruro magnésico. Identifíquese cada sustancia. Escríbanse las ecuaciones iónicas completas y abreviadas de las reacciones.

286. Demuéstrese experimentalmente que el ion cúprico y el ion cloruro forman parte del cloruro cúprico. Escríbanse las ecuaciones iónicas de las reacciones.

287. Demuéstrese experimentalmente que en la composición de la disolución de decapado de vitriolo azul (disolución de sulfato de cobre hidratado, que se aplica en los trabajos de pintura) entra el ion cúprico y el ion sulfato. Escríbanse las ecuaciones iónicas de las reacciones.

288. Demuéstrese experimentalmente que el ion hidroxilo entra en la composición de la lechada de cal.

289. Pruébense con un indicador las disoluciones de las sales: $ZnSO_4$, $BaCl_2$, K_2CO_3. Explíquese el resultado de la prueba y escríbanse las ecuaciones de las reacciones correspondientes en forma iónica y molecular.

290. Ensáyese con los indicadores disponibles en la mesa de laboratorio las disoluciones de las sales: $AlCl_3$, Na_2CO_3, K_2SO_4. Explíquese el resultado del ensayo y escríbanse las ecuaciones iónicas y moleculares de las reacciones.

291. Pruébense con un indicador las disoluciones de las sales: Na_2SiO_3, $Pb(NO_3)_2$, $NaNO_3$. Explíquese el resultado de la prueba y escríbanse las ecuaciones de las reacciones correspondientes en forma iónica y molecular.

292. Utilizando los reactivos que hay en la mesa de laboratorio, obténgase: a) cloruro de plata; b) sulfato

bárico; c) hidróxido férrico. Escríbanse las ecuaciones iónicas de estas reacciones.

293. Empleando las soluciones de sulfato cúprico y otros reactivos, obténgase: a) hidróxido cúprico; b) cobre puro; c) cloruro cúprico. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones en forma iónica completa y abreviada.

294. Utilizando el cloruro magnésico y otros reactivos obténgase: a) hidróxido magnésico; b) nitrato magnésico; c) carbonato magnésico. Escríbanse las ecuaciones iónicas de las reacciones en forma completa y abreviada.

295. Háganse en disoluciones las reacciones entre: a) el nitrato de plomo y el zinc; b) el yoduro sódico y el agua de cloro. Escríbanse las ecuaciones iónicas correspondientes y explíquese el mecanismo de estas reacciones.

296. Realícense en disoluciones las reacciones entre: a) cloruro cúprico y hierro; b) ácido sulfúrico y zinc. Escríbanse las ecuaciones iónicas de las reacciones correspondientes y explíquese su mecanismo.

297. Háganse las reacciones entre las disoluciones de: a) bromuro sódico y agua de cloro; b) ácido clorhídrico y aluminio. Escríbanse las ecuaciones iónicas de las reacciones y explíquese su mecanismo.

Capítulo 3

NITRÓGENO Y FÓSFORO

Ejemplos de solución de problemas

Ejemplo 1. 4 g de óxido magnésico se trataron con una disolución que contiene 15 g de ácido nítrico. ¿Qué cantidad de nitrato magnésico se formó como resultado de la reacción?

Cuando *se resuelven* tales problemas es necesario aclarar si las sustancias que entraron en reacción se consumieron por completo o una de ellas se encuentra en exceso.

Escribamos la ecuación de la reacción:

$$\underset{4\ g}{MgO} + \underset{15\ g}{2HNO_3} = \underset{x}{Mg(NO_3)_2} + H_2O$$

$$\underset{1\ mol}{} \quad \underset{2\ mol}{} \quad \underset{1\ mol}{}$$

$$\underset{40\ g}{} \quad \underset{126\ g}{} \quad \underset{148\ g}{}$$

Determinemos, qué parte del mol se contiene en una masa de óxido magnésico de 4 g y qué parte, en una masa de ácido nítrico igual a 15 g:

$$\frac{4\ g}{40\ g/mol} = 0{,}1\ mol; \quad \frac{15\ g}{63\ g/mol} = 0{,}24\ mol.$$

De la ecuación de la reacción se deduce que para 1 mol de MgO se requieren 2 moles de HNO_3, es decir, para 0,1 mol de MgO se requiere 0.2 mol de HNO_3.

Por consiguiente, el ácido nítrico está tomado en exceso, y el cálculo del rendimiento de la sal se debe realizar a base del óxido magnésico. Puesto que en la reacción toma parte 0,1 mol de MgO, como resultado de esto se forma 0.1 mol de $Mg(NO_3)_2$, es decir, 14.8 g de $Mg(NO_3)_2$.

Ejemplo 2. En la neutralización de 200 ml de disolución de hidróxido sódico ($\rho = 1{,}115\ g/cm^3$) se gastaron 150 g de disolución de ácido nítrico. Defínase la concentración del ácido en %.

Resolución. Usando la fórmula $C = \frac{a}{V} \cdot 100\%$, hallemos la masa del álcali (a) contenida en 200 cm^3 de una disolución de $\rho =$

= 1,115 g/cm³ y de 10% de concentración (véase la tabla 4 en el apéndice):

$$a = \frac{10 \cdot 200 \cdot 1{,}115}{100} = 22{,}3 \text{ g}.$$

Escribamos la ecuación de la reacción de neutralización y calculemos la masa del ácido que se gastó en la neutralización del álcali:

22,3 g x

$NaOH + HNO_3 = NaNO_3 + H_2O$

1 mol 1 mol

40 g 63 g

$$\frac{x}{63} = \frac{22{,}3}{40} \quad x = \frac{63 \cdot 22{,}3}{40} = 35{,}12 \text{ g}.$$

Determinemos la concentración del ácido en %, usando la fórmula $C = \frac{a}{m} \cdot 100\%$:

$$C = \frac{35{,}12}{150} \cdot 100\% = 23{,}41\%$$

Ejemplo 3. La masa de 16,8 l de una mezcla de nitrógeno con amoníaco, en condiciones normales, es de 15,5 g. Hállese el volumen de cada uno de los gases en la mezcla.

Problemas de tal tipo pueden ser resueltos por dos métodos: algebraico y aritmético.

Método algebraico. Designemos el volumen del nitrógeno en la mezcla mediante x; de aquí, el volumen del amoníaco será de $16{,}8 - x$.

Las masas en la mezcla del nitrógeno y amoníaco son proporcionales a las masas de sus moles. Ya que el mol de cualquier gas, en condiciones normales, ocupa un volumen de 22,4 l, la masa del nitrógeno que se encuentra en la mezcla será igual a $28x/22{,}4$, y la masa del amoníaco en la mezcla, a $17\,(16{,}8 - x)/22{,}4$.

Escribamos y resolvamos la ecuación:

$$\frac{28x}{22{,}4} + \frac{17\,(16{,}8 - x)}{22{,}4} = 15{,}5.$$

De aquí hallamos el volumen del nitrógeno en la mezcla (x) 5,6 l y el volumen del amoníaco $(16{,}8 - x) = 11{,}2$ l.

Método aritmético. Supongamos que, en condiciones normales, sólo el nitrógeno ocupa los 16,8 l. Entonces su masa será:

La masa de 22,4 l de N_2 es igual a 28 g
La masa de 16,8 l de N_2 es igual a x g $x = 21$ g.

Si este volumen de gas está compuesto por amoníaco, entonces la masa de éste será:

La masa de 22,4 l de NH_3 es igual a 17 g
La masa de 16,8 l de NH_3 es igual a x g $x = 12,75$ g.

Calculemos: 1) en cuánto la masa de la mezcla de gases es mayor que la masa de un volumen igual de amoníaco: 15,5 — — 12,75 = 2,75 g, y 2) en cuánto la masa de la mezcla de gases es menor que la masa de un volumen igual de nitrógeno: 21 — — 15,5 = 5,5 g.

La correlación entre los volúmenes de nitrógeno y amoníaco en la mezcla es tal, que el exceso de la masa de la mezcla de gases sobre la masa de amoníaco se debe equilibrar por la insuficiencia de la masa de la mezcla con relación a la masa del nitrógeno; es decir, los volúmenes de los gases se hallan en la relación siguiente: 2,75 : 5,5 = 1 : 2 (en total 1 + 2 = 3 partes), de donde 16,8 : 3 = = 5,6 l de nitrógeno; 16,8 — 5,6 = 11,2 l de amoníaco.

Ejemplo 4. En la neutralización de una disolución que contiene 5,7 g de una mezcla de hidróxidos sódico y potásico se consumieron 9,45 g de ácido nítrico. Determínese la masa de cada uno de los hidróxidos en la solución.

Resolución. Designemos el contenido de hidróxido sódico en la disolución mediante x, y el contenido de hidróxido de calcio, mediante la diferencia $(5,7 - x)$; el consumo del ácido en la neutralización del NaOH, con y_1, y el consumo del ácido en la neutralización del $Ca(OH)_2$, con y_2.

Escribamos la ecuación de la reacción de neutralización del hidróxido sódico y definamos y_1:

$$\underset{40\text{ g}}{\overset{x}{NaOH}} + \underset{63\text{ g}}{\overset{y_1}{HNO_3}} = NaNO_3 + H_2O \qquad y_1 = 63\,x/40.$$

Determinemos el consumo del ácido en la neutralización del hidróxido de calcio:

$$\underset{74\text{ g}}{\overset{5,7\text{ g} - x}{Ca(OH)_2}} + \underset{126\text{ g}}{\overset{y_2}{2HNO_3}} = Ca(NO_3)_2 + 2H_2O$$

$$y_2 = 126 \cdot (5,7 - x)/74; \quad y_1 + y_2 = 9,45 \text{ g}.$$

Escribamos y resolvamos la ecuación:

$$\frac{63x}{40} + \frac{126\,(5,7 - x)}{74} = 9,45.$$

De aquí, la masa de NaOH (x) es igual a 2 g, y la masa de $Ca(OH)_2$ $(5,7 - x)$ es igual a 3,7 g.

Ejemplo 5. A través de 200 g de una solución de ácido sulfúrico al 24,5% se hizo pasar amoníaco en exceso y se obtuvieron 62 g de sulfato amónico. ¿Qué por ciento constituye esto del rendimiento teórico posible?

Resolución.

1. Aplicando la fórmula $C = \frac{a}{V} \cdot 100\%$, definemos la masa del ácido sulfúrico que se contiene en 200 g de la disolución:

$$a = \frac{24{,}5 \cdot 200}{100} = 49 \text{ g}.$$

2. Escribamos la ecuación de la reacción de neutralización y partiendo de ella, determinemos el rendimiento teórico del sulfato amónico:

$$\begin{array}{ccc} & 49\ g & x \\ 2NH_3 + & H_2SO_4 & = (NH_4)_2SO_4 \\ & 1\ mol & 1\ mol \\ & 98\ g & 132\ g \end{array}$$

$$\frac{x}{132} = \frac{49}{98} \quad x = 66 \text{ g}.$$

Determinemos el rendimiento práctico de la sal en por ciento con relación al teórico posible:

$$\frac{62}{66} \cdot 100\% = 93{,}9\%.$$

§ 12. Nitrógeno. Amoníaco. Sales amónicas

Problemas y ejercicios

298. Dibújense los esquemas de la estructura de los átomos de nitrógeno y fósforo e indíquese la semejanza y diferencia entre ellos.

299. Escríbanse los símbolos químicos de los isótopos del nitrógeno de masa atómica 14 y 15 y señálese la diferencia en la estructura de los núcleos de sus átomos.

300. La masa de 0,5 l de nitrógeno, en condiciones normales, es igual a 0,625 g. Demuéstrese que la molécula de nitrógeno es biatómica, partiendo de estos datos.

301. Represéntese la fórmula estructural y electrónica de la molécula de nitrógeno. Indíquese el tipo de enlace químico.

302. Dibújese el esquema de la estructura electrónica del ion nitruro N^{3-}. ¿Con los iones de qué elementos, y átomos de qué gas inerte, se asemeja por la estructura de la capa electrónica el ion nitruro?

303. ¿Cuál es el número superior de oxidación del nitrógeno en los compuestos oxigenados? Escríbase la

fórmula de su óxido superior y determínese el porcentaje de nitrógeno en él.

304. Defínase el número de oxidación del nitrógeno en los compuestos siguientes: N_2O; NO; N_2O_3; NO_2; N_2O_5; NH_3; Mg_3N_2.

305. El nitrógeno a altas temperaturas entra en reacción química con muchos metales, formando nitruros, en los cuales su número de oxidación es 3-. Escríbanse las fórmulas de los nitruros de magnesio, aluminio, calcio y sodio.

306. Calcúlese la densidad del nitrógeno con respecto al: a) oxígeno; b) hidrógeno; c) cloro.

307. ¿Mediante qué procedimiento simple se puede obtener oxígeno del aire? Escríbase la ecuación de la reacción y dibújese el aparato, con ayuda del cual se puede realizar el experimento.

308. ¿Cuántas moléculas de nitrógeno, en condiciones normales, se encuentran en un matraz de 100 ml de capacidad?

309. ¿Qué volumen, en condiciones normales, ocuparán $3 \cdot 10^{23}$ moléculas de nitrógeno?

310. Para la obtención de cantidades pequeñas de nitrógeno en los laboratorios frecuentemente se emplean las reacciones que se expresan por los esquemas siguientes:

a) $NH_3 + CuO \xrightarrow{t^\circ} Cu + H_2O + N_2$

b) $NH_4NO_2 \xrightarrow{t^\circ} N_2 + H_2O$

c) $KNO_3 + Fe \xrightarrow{t^\circ} Fe_2O_3 + K_2O + N_2$

Ajústense los coeficientes en las ecuaciones y señálese, si estas reacciones son de oxidación-reducción.

311. En los laboratorios, para la obtención del nitrógeno, se usa una mezcla, que consta de nitrato potásico y limaduras, tomados, en relación de 1:20 con respecto a sus masas. Calcúlese si corresponde esta relación a los datos estequiométricos (véase la ecuación en el problema 310).

312. Si se calienta el nitrito amónico NH_4NO_2 se forman nitrógeno y agua. Hállese el rendimiento del nitrógeno en tanto por ciento, si de 6,4 g de nitrito amónico se obtuvieron 2 l de nitrógeno, en condiciones normales.

313. ¿Cómo se explica la inercia del nitrógeno en condiciones ordinarias?

314. En las descargas en la atmósfera durante la tormenta el nitrógeno del aire se oxida formando óxido nítrico; lo mismo ocurre a la temperatura del arco eléctrico. El óxido nítrico formado se combina con un átomo de oxígeno, transformándose en dióxido de nitrógeno. Escríbanse las ecuaciones de estas reacciones.

315. La reacción entre el nitrógeno y el oxígeno es endotérmica y se expresa por la ecuación termoquímica: $N_2 + O_2 \rightleftarrows 2NO - 180{,}6$ kJ. ¿Qué cantidad de energía es necesario consumir para oxidar 560 ml de nitrógeno?

316. A través de una disolución de hidróxido de potasio se hizo pasar 0,56 l de una mezcla de nitrógeno y dióxido de carbono, disminuyéndose de esta manera el volumen de los gases en 0,14 l. Hállese la composición de la mezcla de gases en tanto por ciento.

317. El amoníaco se forma por combinación directa del nitrógeno con el hidrógeno. Escríbase la ecuación de esta reacción e indíquese en qué condiciones transcurre.

318. Sabiendo que la reacción entre el nitrógeno e hidrógeno es reversible y va acompañada de un desprendimiento de calor, indíquese hacia dónde se desplaza el equilibrio, si: a) se aumenta la temperatura; b) se aumenta la presión.

319. A la temperatura de 200°C y $1013{,}25 \cdot 10^5$ Pa de presión se puede obtener un rendimiento de amoníaco igual al 98%. Sin embargo, esta reacción suele realizarse en las fábricas a 450°—500°C y $354 \cdot 10^5$ Pa de presión, aunque en estas condiciones el rendimiento de amoníaco es tan sólo del 30%. ¿Cómo se puede explicarlo? Dése una respuesta argumentada.

320. ¿Cómo variará la velocidad de las reacciones directa e inversa en el sistema de equilibrio $N_2 + 3H_2 \rightleftarrows 2NH_3$, si la presión se aumenta 10 veces?

321. ¿Qué volumen de hidrógeno y nitrógeno, en condiciones normales, es necesario tener para obtener 1 m^3 de amoníaco? (Resuélvase este problema oralmente.)

322. El rendimiento de la columna de síntesis de amoníaco es de 200 t por día. ¿Cuántos metros cúbicos de mezcla de nitrógeno e hidrógeno, medidos en condiciones normales, hay que hacer pasar por la columna de síntesis

en este tiempo, si se sabe que entra en reacción el 94% de la mezcla de nitrógeno e hidrógeno?

323. En el laboratorio el amoníaco se obtiene calentando una mezcla de cloruro amónico con hidróxido de calcio. La ecuación de esta reacción es: $2NH_4Cl + Ca(OH)_2 = CaCl_2 + 2NH_3\uparrow + 2H_2O$. Calcúlese, qué cantidad de cloruro amónico e hidróxido de calcio es necesario tomar para obtener 1,12 l de amoníaco (en condiciones normales)?

324. ¿Qué volumen de amoníaco, en condiciones normales, se puede obtener, si tratamos 0,5 mol de cloruro amónico con exceso de hidróxido de calcio?

325. En un eudiómetro se encontraban 6 ml de una mezcla de nitrógeno e hidrógeno. Para establecer la composición de la mezcla se introdujeron en el eudiómetro 2 ml de oxígeno y se hizo explotar la mezcla. El gas que quedó después de la explosión ocupó un volumen de 2 ml. Defínase el tanto por ciento de la composición de la mezcla.

326. La masa de 12 l de una mezcla de gas, constituida por amoníaco y dióxido de carbono, es de 18 g (en condiciones normales). ¿Cuántos litros de cada gas hay en la mezcla?

327. En tres cilindros se encuentran los siguientes gases: amoníaco, nitrógeno y oxígeno. ¿Cómo determinar, qué gas se encuentra en cada cilindro?

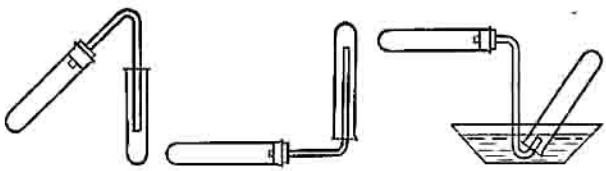


Fig. 1

328. Hace falta depurar el nitrógeno de las impurezas de amoníaco. Propóngase el procedimiento más simple de depuración y dibújese el aparato que utilizarán para este fin.

329. En la figura 1 vienen ilustrados tres aparatos simples para la obtención de gases. ¿Qué aparato usarán para la obtención y acumulación: a) del amoníaco; b) del

nitrógeno; c) del cloruro de hidrógeno? Dése una respuesta argumentada.

330. Los alumnos obtuvieron en el laboratorio amoníaco a partir de una mezcla de cloruro amónico e hidróxido de calcio. Uno de los alumnos fijó el aparato, como está indicado en la figura 2, *a*, y el otro, como en la figura 2, *b*.

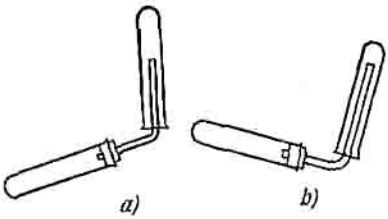


Fig. 2

Explíquese, a cuál de los alumnos no le resultó el experimento y por qué.

331. ¿Por qué la solución acuosa de amoníaco posee propiedades alcalinas? Dése una respuesta argumentada y escríbase la ecuación iónica de la reacción.

332. El amoníaco obtenido por reacción entre 2 moles de sulfato amónico e hidróxido de calcio fue disuelto en 250 ml de agua. Hállese la concentración de la solución obtenida, expresándola en tanto por ciento.

333. Algunas soluciones enlucidas se preparan con agua amoniacal. El agua amoniacal que se suministra a las obras de construcción tiene una concentración de 25%, y para apiñar los aglutinantes se necesita una solución de amoníaco al 6%. ¿Cuántos litros de agua es necesario añadir a 1 kg de agua amoniacal al 25% para que la concentración sea de 6%?

334. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones químicas entre el amoníaco y los ácidos: a) sulfúrico; b) nítrico; c) fosfórico; d) bromhídrico. Explíquese el mecanismo de formación del catión amonio.

335. El esquema de la reacción entre la disolución de amoníaco y cloro es: $NH_3 + Cl_2 \rightarrow NCl_3 + NH_4Cl$. Ajústense los coeficientes en la ecuación y explíquese la reacción basándose en la teoría electrónica.

336. ¿Cuántos moles de sulfato amónico se pueden obtener, si a través de una disolución que contiene 0,5 mol de ácido sulfúrico se hace pasar amoníaco en exceso?

337. A través de 200 g de una disolución de ácido clorhídrico al 10% se hizo pasar amoníaco hasta neutralizar la disolución. Defínase la concentración, expresada en tanto por ciento, de la disolución de sal obtenida.

338. El nitrato amoniacal se emplea como abono nitrogenado. Calcúlese, qué volumen de amoníaco se requiere, en condiciones normales, para obtener 1 t de nitrato amónico.

339. ¿Qué propiedad del amoníaco se utiliza en las instalaciones frigoríficas?

340. A altas temperaturas el amoníaco se descompone en hidrógeno y nitrógeno. Escríbase la ecuación de la disociación térmica del amoníaco.

341. Para darles a las piezas de acero alta dureza superficial, se las somete al proceso de nitruración, que consiste en saturar la capa superficial con nitrógeno que se forma durante la descomposición térmica del amoníaco. El nitrógeno activo que se desprende en este proceso entra en reacción con los metales, formando nitruros. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones que tienen lugar, si se sabe que en la composición del metal entran, además del hierro, el Al, Ti, Mo.

342. Durante la combustión del amoníaco en una corriente de oxígeno, aquél arde formando agua y nitrógeno libre. Escríbase la ecuación de la reacción. ¿Tiene ésta un significado práctico?

343. Si sobre un catalizador caliente se hace pasar una mezcla de amoníaco y oxígeno o aire, se forma óxido nítrico, el cual se oxida con facilidad hasta dióxido de nitrógeno; éste, al reaccionar con el agua, se transforma en ácido nítrico. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones que tienen lugar y señálese su significado práctico.

344. ¿En qué consiste la semejanza y diferencia de las sales de amonio con otras sales, por su estructura y propiedades? Dése una respuesta argumentada y confírmese ésta con las ecuaciones de las reacciones correspondientes.

345. Si en el fondo de un tubo de ensayo colocamos unos cuantos cristales de cloruro amónico y lo calentamos, los cristales desaparecen del fondo y en las paredes frías del tubo aparece una capa blanca. Explíquese este fenómeno. Escríbase la ecuación de la reacción correspondiente.

346. El cloruro amónico se aplica con frecuencia en soldadura y estañadura. Escríbanse las ecuaciones de todas las reacciones posibles que tienen lugar en la superficie del soldador caliente, cuando éste toca un trozo de cloruro amónico (sal amónica).

347. La solución de cloruro amónico mezclada con ácido clorhídrico se aplica en la industria vacuoeléctrica para el decapado de los terminales de platinita de las lámparas superminiaturas. ¿Cuántos moles de ion cloruro se contienen en una solución, en la cual están disueltos 300 g de cloruro amónico y 20 ml de ácido clorhídrico ($\rho = 1{,}190$ g/cm^3)?

348. Para limpiar la aleación tipográfica de las impurezas nocivas de zinc, se añade al fundido de la aleación cloruro amónico, el cual reacciona con el zinc que se encuentra en la aleación. La ecuación de esta reacción es: $2NH_4Cl + Zn = ZnCl_2 + 2NH_3\uparrow + H_2\uparrow$. El cloruro de zinc que se forma emerge a la superficie del fundido en forma de escoria. El cloruro amónico se añade al fundido en cantidad de 2,5 kg por 1 kg de zinc. Calcúlese, si corresponde esta cantidad de NH_4Cl a la teórica.

349. El cloruro amónico se emplea en la electrotécnica para la fabricación de pilas de zinc-carbón. ¿Qué papel juega esta sal en las pilas galvánicas?

350. Para establecer el contenido de impurezas en el nitrato amónico, se realizó el experimento siguiente: se calentó un gramo de esta sal con exceso de cal apagada, obteniéndose 280 ml de amoníaco, medido en condiciones normales. Determínese el porcentaje de nitrato amónico en dicha muestra.

351. El nitrato y sulfato amónicos se usan en la agricultura como abonos nitrogenados minerales. Defínase, cuál de los abonos es más abundante en nitrógeno.

352. En una parcela de labrado de un koljós se introdujo 1 t de nitrato amónico. ¿Qué cantidad de sulfato amónico es necesario introducir en otra parcela igual, para asegurarla con la misma cantidad de nitrógeno combinado?

353. El hidrocarbonato de amonio NH_4HCO_3 se emplea en la panificación, principalmente en pastelería. ¿Qué rol juega esta sal? Escríbase la ecuación de la reacción que tiene lugar, cuando se calienta esta sal.

354. Calcúlese, qué volumen de amoníaco y dióxido de carbono, medidos en condiciones normales, se forma durante la descomposición térmica de 1 g de hidrocarbonato de amonio.

355. ¿Qué sal se puede obtener al mezclar volúmenes iguales de amoníaco y sulfuro de hidrógeno? Escríbase la ecuación de la reacción.

356. La mezcla de amoníaco con nitrógeno en un volumen de 336 ml, en condiciones normales, tiene una masa de 0,31 g. Defínase la composición porcentual de la mezcla.

357. ¿Con ayuda de qué reacciones se pueden realizar tales transformaciones: $N_2 \rightarrow NH_3 \rightarrow NH_4Cl \rightarrow \rightarrow (NH_4)_2SO_4 \rightarrow NH_3 \rightarrow N_2$? Escríbanse las ecuaciones de las reacciones e indíquense las condiciones en las cuales se verifican.

358. ¿De qué concentración expresada en tanto por ciento se obtendrá la disolución, si en 100 ml de agua se disuelven 0,5 mol de nitrato amónico?

§ 13. Compuestos oxigenados de nitrógeno. Ácido nítrico y sus sales

359. En las combinaciones con el oxígeno, el nitrógeno presenta los estados de oxidación desde +1 a +5. Escríbanse las fórmulas de todos los óxidos de nitrógeno posibles.

360. El óxido nitroso (I) puede ser obtenido por descomposición térmica del nitrato amónico. En esta reacción se forma, además del óxido nitroso, agua. Escríbase la ecuación de la reacción de descomposición del nitrato amónico y señálese, por qué esta reacción puede ser clasificada como de oxidación-reducción.

361. El óxido nítrico (II) se forma en la atmósfera durante las descargas en las tormentas, así como en la llama del arco eléctrico. ¿Se forma este óxido en el proceso de soldadura eléctrica y corte de metales?

362. En el laboratorio el óxido nítrico (II) se obtiene por acción del ácido nítrico diluido sobre el cobre. Durante esta reacción se forma, además del óxido nítrico, el nitrato cúprico y agua. Escríbase la ecuación de esta reacción e indíquese si puede ser llamada reacción de oxidación-reducción.

363. A 80 ml de óxido nítrico se les añadieron 100 ml de oxígeno. ¿Qué gases y en qué volumen (en condiciones normales) se encontrarán en el recipiente?

364. Calcúlese, qué volumen de oxígeno, medido en condiciones normales, se requiere para oxidar las cantidades siguientes de óxido nítrico: a) 0,5 mol; b) 3 g; c) 4 l.

365. ¿Qué cantidad de ácido nítrico al 100% se puede obtener, si se actúa con ácido sulfúrico concentrado sobre 100 g de nitrato potásico?

366. Por acción del ácido sulfúrico concentrado sobre 17 g de nitrato sódico se obtuvieron 11,34 g de ácido nítrico. ¿Qué porcentaje constituye esto del rendimiento teórico posible?

367. Técnicamente el ácido nítrico se obtiene por oxidación catalítica del amoníaco. ¿Qué concentración expresada en tanto por ciento tiene el ácido nítrico obtenido, si el amoníaco se oxidó por completo y el ácido nítrico se disolvió totalmente en el agua que se formó durante la reacción? El esquema de la reacción es: $NH_3 + O_2 \xrightarrow{\text{catalizador}} HNO_3 + H_2O$.

368. ¿Qué cantidad de ácido nítrico al 60% se puede obtener en la oxidación de 1 g de amoníaco, si las pérdidas de producción constituyen el 3%?

369. ¿Qué volumen de aire se requiere para oxidar 17 t de amoníaco hasta el ácido nítrico? (El oxígeno del aire debe tomarse al 20%).

370. ¿Por qué se recomienda guardar el ácido nítrico en lugares oscuros y fríos? Dése una respuesta argumentada y confírmese ésta con las ecuaciones correspondientes.

371. ¿Cómo explicar que el ácido nítrico concentrado es de color amarillo?

372. ¿Por qué las ascuas metidas en ácido nítrico concentrado no se apagan, sino que continúan ardiendo? Escríbase la ecuación de la reacción que tiene lugar.

373. ¿Cómo actúa el ácido nítrico concentrado y débil sobre el cobre? Escríbanse las ecuaciones de las reacciones.

374. En la neutralización de 300 g de ácido nítrico se consumieron 200 ml de disolución de hidróxido potásico ($\rho = 1{,}176$ g/cm^3). Calcúlese la concentración de la disolución de HNO_3 en tanto por ciento.

375. Una mezcla de limaduras de cobre con óxido cúprico de 2 g de masa se trató con una disolución de ácido

nítrico al 20% y se obtuvieron de esta forma 448 ml de gas, en condiciones normales. ¿Qué cantidad de cobre y de óxido cúprico contenía la mezcla? ¿Cuántos mls de ácido nítrico de dicha concentración se consumieron?

376. Dése una característica comparativa de las propiedades químicas de los ácidos nítrico y sulfúrico. Confírmese la respuesta con las ecuaciones de las reacciones químicas correspondientes.

377. En tres recipientes de vidrio sin etiqueta se guardan las soluciones de los ácidos sulfúrico, clorhídrico y nítrico. ¿Cómo identificar qué ácido se encuentra en cada recipiente? Escríbanse las ecuaciones de las reacciones correspondientes.

378. En las fábricas vacuoeléctricas para el decapado de soportes y alambres de wolframio, destinados para la soldadura con el cristal, se emplea una mezcla que consta de 500 ml de ácido nítrico ($\rho = 1{,}510$ g/cm^3), 300 ml de ácido sulfúrico ($\rho = 1{,}840$ g/cm^3) y 200 ml de agua destilada. Determínese la concentración de la disolución de estos ácidos en tanto por ciento.

379. La mezcla de los ácidos nítrico y sulfúrico se aplica en ebanistería para el decapado y pirograbado de piezas. ¿En qué propiedad de estos ácidos se basa su aplicación para dichos fines? Determínese la composición cuantitativa de esta mezcla, si para neutralizar 16,1 g de ella se consumieron 12 g de hidróxido sódico.

380. El ácido nítrico muy diluido al reaccionar con los metales activos puede reducirse a sustancias, en las cuales el nitrógeno posee un número de oxidación igual a 0 ó —3. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones entre la disolución del ácido nítrico y los metales: a) magnesio; b) zinc.

381. Para decapar las piezas de níquel, molibdeno y zinc en la industria vacuoeléctrica se aplica una mezcla de los ácidos nítrico y sulfúrico. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones que tienen lugar.

382. Para disolver un pequeño trozo de plata, ¿qué es más conveniente coger, el ácido nítrico concentrado o el diluido? Confírmese la respuesta con el cálculo correspondiente.

383. Calcúlese, qué volumen de ácido nítrico al 32% ($\rho = 1{,}200$ g/cm^3) se requiere para neutralizar una disolución que contiene 4 g de hidróxido sódico.

384. ¿Qué cantidad de ácido nítrico al 50% se necesita para obtener 20 t de nitrato amónico, si las pérdidas de producción constituyen el 5%?

385. Calcúlese, qué volumen (en condiciones normales) ocupará el oxígeno obtenido en la descomposición de 0,5 mol de nitrato potásico.

386. Algunas sales del ácido nítrico se usan en la pirotécnica (producción de pólvora negra, luces de señales, fuegos artificiales, etc.). ¿En qué propiedad de las sales del ácido nítrico se basa su aplicación para estos fines? Escríbanse las ecuaciones de las reacciones que caracterizan estas propiedades.

387. Para elevar la fertilidad de la remolacha un koljós aplicó al suelo 45 kg de nitrato de sodio por hectárea de superficie de siembra. ¿Cuánto nitrato sódico necesitó el koljós para abonar 100 ha de terreno?

388. ¿Qué sal del ácido nítrico puede servir como fuente para la obtención de amoníaco y ácido nítrico? Escríbanse las reacciones de obtención de los compuestos indicados a partir de esta sal.

389. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones, con ayuda de las cuales se pueden realizar las transformaciones siguientes:

$$N_2 \left| \begin{array}{l} \rightarrow NH_3 \rightarrow HNO_3 \rightarrow AgNO_3 \\ \rightarrow NO \rightarrow NO_2 \rightarrow HNO_3 \rightarrow KNO_3 \rightarrow N_2 \end{array} \right.$$

§ 14. El fósforo y sus compuestos

390. ¿En qué se diferencia la estructura de las redes cristalinas del fósforo blanco y rojo?

391. ¿Con qué experimento simple se puede demostrar que el fósforo blanco y rojo son modificaciones alotrópicas de un mismo elemento?

392. ¿Por qué el fósforo blanco se guarda bajo una capa de agua?

393. El fósforo blanco se usa en la técnica militar para la fabricación de proyectiles incendiarios y sustancias fumígenas. ¿En qué propiedad del fósforo se basa su aplicación para estos fines?

394. Para la fabricación de cerillas se emplea el fósforo rojo, la sal de Berthollet $KClO_3$ y el azufre. ¿Qué reacción química tiene lugar, cuando se enciende una cerilla? Escríbase la ecuación.

395. ¿Por qué el Académico soviético A.E. Fersman llamó el fósforo «el elemento de la vida y del pensamiento»?

396. Escríbanse las fórmulas de las combinaciones del fósforo: a) con el hidrógeno; b) con el calcio; c) con el cloro. Indíquese el número de oxidación del fósforo en cada uno de estos compuestos.

397. ¿Por qué los compuestos hidrogenados del fósforo son menos estables y los oxigenados más estables que los compuestos hidrogenados y oxigenados del nitrógeno?

398. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones del fósforo: a) con el oxígeno; b) con el magnesio; c) con el aluminio; d) con el bromo.

399. El fósforo al arder en el oxígeno desprende 774 kJ de calor por 1 mol de fósforo. Escríbase la ecuación termoquímica de la reacción de combustión del fósforo y calcúlese el volumen de oxígeno, en condiciones normales, que entró en reacción con aquél, si durante la reacción se desprendieron 30,96 kJ de calor.

400. El hidruro de fósforo (fosfamina PH_3) se obtiene por acción de ácido clorhídrico sobre el fosfuro de calcio. Escríbase la ecuación de esta reacción.

401. Si hacemos pasar cloro sobre fósforo fundido, se forma cloruro de fósforo (III), el cual al reaccionar con el agua se hidroliza, formando los ácidos fosforoso H_3PO_3 y clorhídrico. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones de obtención del cloruro de fósforo y de su hidrólisis.

402. Para determinar la permeabilidad al agua de las películas de pinturas y barnices se emplea el pentóxido de fósforo. La película se pega al borde de un vaso de forma especial, en el cual se encuentra el pentóxido de fósforo, y se coloca en un desecador, donde se mantiene humedad permanente. La humedad que pasa a través de la película se absorbe por el pentóxido de fósforo, y según aumenta su masa, se juzga sobre la permeabilidad al agua de la película. Escríbase la ecuación de la reacción que tiene lugar en este proceso.

403. El bronce fosforoso que se aplica en la electrotecnia está compuesto por el 92,9% de cobre, 7% de estaño y 0,1% de fósforo. ¿Por qué procedimiento se puede identificar el fósforo en la composición del bronce?

404. Si añadimos 1% de fósforo en peso al bronce al estaño, la solidez de éste aumentará un 30%. ¿Cómo se puede identificar el fósforo en tal aleación?

405. Para la neutralización total de una solución que contiene 11,4 g de una mezcla de hidróxido sódico y de calcio se consumieron 9,8 g de ácido fosfórico H_3PO_4. Defínase la composición cuantitativa de esta mezcla.

406. Escríbase la ecuación de la disociación por etapas del ácido fosfórico y señálese si el grado de su disociación es igual en todas las etapas.

407. ¿Qué sal se forma y en qué cantidad, si a una disolución que contiene 9,8 g de ácido fosfórico H_3PO_4 añadimos otra disolución que contiene 4 g de hidróxido sódico?

408. ¿Cuántos moles de hidróxido bárico se requieren para neutralizar 1 mol de ácido fosfórico: a) hasta hidrofosfato bárico; b) hasta dihidrofosfato bárico; c) hasta fosfato bárico?

409. En la alcalización de las calderas de vapor conjuntamente con las soluciones de álcalis se emplea una solución de fosfato sódico. Determínese la concentración porcentual del fosfato sódico en tal solución, si para 1 m^3 de agua se consumen 2,5 kg de sal.

410. Para darle a la madera propiedades ignífugas se la impregna con una solución que contiene fosfato y sulfato de amonio. ¿Cómo se puede identificar en tal solución el catión de amonio, el ion sulfato, el ion fosfato? Escríbanse las ecuaciones iónicas de las reacciones correspondientes.

411. El contenido de sustancias nutritivas en los abonos a base de fósforo se expresa, condicionalmente, en por ciento (según la masa) del pentóxido de fósforo. Determínese el porcentaje de éste en el hidrofosfato y dihidrofosfato de calcio.

412. La apatita de Jibiny enriquecida contiene el 40% de P_2O_5. ¿Qué cantidad de ácido fosfórico se puede obtener de 1 t de tal apatita?

413. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones químicas del ácido fosfórico: a) con el magnesio; b) con el litio.

414. A través de una solución que contiene 4,9 g de ácido fosfórico se hizo pasar 1,12 l de amoníaco, en condiciones normales. ¿Qué sal y en qué cantidad se formó en este proceso?

415. ¿Cuántos litros de amoníaco, en condiciones normales, es necesario hacer pasar a través de 200 g de

una solución de ácido fosfórico al 49% para obtener: a) dihidrofosfato amónico; b) hidrofosfato amónico; c) fosfato amónico?

416. A una disolución que contiene 1 mol de fosfato de calcio se añadió otra disolución que contiene 4 moles de ácido fosfórico. Escríbase la ecuación de la reacción que transcurre y calcúlese, cuántos moles de la nueva sustancia se formaron.

417. ¿Qué cantidad de fosforita que contiene 60% de fosfato de calcio se requiere para obtener 1 t de superfosfato doble?

418. Para la primera fertilización de remolacha se requiere por hectárea de terreno: nitrógeno — 20 kg, pentóxido de fósforo — 25 kg, óxido potásico — 20 kg. Calcúlese, qué cantidad de nitrato amónico, hidrofosfato de calcio y sulfato de potasio hay que introducir en 10 hectáreas de siembra para abastecer las plantas de los elementos necesarios.

419. Con ayuda de qué reacciones se pueden realizar las transformaciones siguientes:

$$P \begin{cases} \rightarrow P_2O_5 \rightarrow H_3PO_4 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 \rightarrow Ca(H_2PO_4)_2 \\ \rightarrow Ca_3P_2 \rightarrow PH_3 \rightarrow P_2O_5 \rightarrow K_3PO_4 \end{cases}$$

420. A un combinado químico, productor de abonos minerales, se le enviaron 500 t de fosforita que contenía el 65% de $Ca_3(PO_4)_2$. ¿Qué cantidad de dihidrofosfato de calcio puede ser obtenida de esta materia prima, si las pérdidas de producción constituyen el 2%?

421. La masa que se aplica a la caja de cerillas contiene el 31% de fósforo rojo. Calcúlese, en qué cantidad de fosfato de calcio se contiene tanto fósforo cuanto se necesita para fabricar 10 kg de pasta de cerilla.

422. En 1975, en la URSS, se produjeron 90 millones de t de abonos minerales y en 1979, 94,5 millones de t. Calcúlese el crecimiento anual medio de producción de abonos en el décimo quinquenio.

423. Partiendo de las condiciones del problema anterior calcúlese, cuánta fosforita que contiene el 65% de fosfato de calcio se requiere para obtener la cantidad indicada de abonos, si, aproximadamente, la tercera parte de ellos son abonos a base de fósforo y fosfatos fertilizantes (calcúlese reduciéndolo a pentóxido de fósforo).

424. Obténgase y recójase amoníaco. Demuéstrese experimentalmente que el gas obtenido es amoníaco.

425. Demuéstrese experimentalmente que el sulfato amónico contiene el catión NH_4^+ y el anión SO_4^{2-}.

426. En tres tubos de ensayo se encuentran disoluciones de los compuestos siguientes: fosfato sódico, ácido fosfórico, nitrato sódico. Con ayuda de reacciones características identifíquese cada compuesto.

427. Partiendo del fósforo, obténgase una cantidad pequeña de ácido fosfórico y verifíquense con él las reacciones que son características para los ácidos.

428. Demuéstrese experimentalmente que la sal dada es cloruro amónico.

429. En tres tubos de ensayo se encuentran disoluciones de los compuestos siguientes: nitrato potásico, nitrato amónico, fosfato potásico. Con ayuda de reacciones características identifíquese cada compuesto.

430. Obténgase nitrato cúprico por tres procedimientos.

431. Demuéstrese experimentalmente que el nitrato amónico está compuesto por el catión NH_4^+ y el anión NO_3^-.

432. En tres paquetes se encuentran las sales siguientes: cloruro de amonio, cloruro potásico, sulfato amónico. Con ayuda de reacciones características identifíquese cada sal.

433. Obténgase nitrato de calcio por dos procedimientos distintos.

434. Demuéstrese experimentalmente que la solución de sal dada contiene cationes NH_4^+.

435. Tres paquetes contienen muestras de abonos minerales: sulfato amónico, superfosfato doble, sal potásica. Con ayuda de reacciones características determínese cada compuesto.

436. El cloruro sódico contiene una pequeña cantidad de impurezas de cloruro amónico. Depúrese el cloruro sódico de éstas.

437. El nitrato cúprico contiene impurezas de nitrato bárico. Purifíquese el nitrato cúprico de esta impureza.

438. Demuéstrese experimentalmente que la sal dada, nitrato amónico, contiene impurezas de sulfato amónico.

Capítulo 4

CARBONO Y SILICIO

Ejemplos de solución de problemas

Ejemplo 1. Hállese la fórmula molecular del compuesto, constituido por 56,52% de potasio, 8,69% de carbono y 34,79% de oxígeno.

Resolución. Para hallar la fórmula molecular, es necesario establecer la relación entre los elementos del compuesto. Para ello, hay que dividir el porcentaje de los elementos entre la masa de sus moles: 56,52/39 = 1,45; 8,69/12 = 0,72; 34,79/16 = 2,17.

De esta manera, a 1,45 moles de K le corresponde 0,72 mol de C y 2,17 moles de O. Puesto que la molécula puede contener sólo un número entero de átomos, se deben reducir las relaciones obtenidas a números enteros: 1,45/0,72 : 0,72/0,72 : 2,17/0,72 = 2 : 1 : 3.

La fórmula del compuesto es K_2CO_3.

Ejemplo 2. Las fórmulas de los silicatos se acostumbra a escribir en forma de óxidos de los elementos que los componen. Hállase y escríbase la fórmula del vidrio, si éste está compuesto por 18,43% de óxido potásico, 10,98% de óxido de calcio y 70,59% de dióxido de silicio.

Resolución. Dividamos el porcentaje de los óxidos entre la masa de sus moles: 18,43/94; 10,98/56; 70,59/60 y expresemos las relaciones en números enteros: 0,19 : 0,19 : 1,17 = 1 : 1 : 6.

La fórmula del vidrio es: $K_2O \cdot CaO \cdot 6SiO_2$.

Ejemplo 3. En la combustión de 7,6 g de un compuesto, constituido por carbono y azufre, se obtuvieron 2,24 l de CO_2 y 4,48 l de SO_2 (los volúmenes están medidos en condiciones normales). Hállese la fórmula molecular de este compuesto.

Resolución. En la combustión completa del compuesto a investigar, todo el carbono que contiene éste pasa a componer el dióxido de carbono, y el azufre, el dióxido de azufre; por lo tanto, la masa de estos elementos la definimos en los óxidos que se formaron en la combustión.

1. ¿Cuánto carbono se contiene en 2,24 l de CO_2?

En 22,4 l de CO_2 se contienen 12 g de C
» 2,24 l de CO_2 » x g de C $x = 1,2$ g.

2. ¿Qué cantidad de azufre se contiene en 4,48 l de SO_2?

En 22,4 l de SO_2 se contienen 32 g de S
» 4,48 l de SO_2 » » x g de S $x = 6,4$ g.

Hallamos la fórmula molecular del compuesto, para lo cual la relación entre las masas de los elementos que constituyen la sustancia (C—1,2 g, S—6,4 g), la dividimos entre la masa de sus moles: $1,2/12 : 6,4/32 = 0,1 : 0,2 = 1 : 2$.

La fórmula del compuesto es: CS_2.

§ 15. El carbono y sus compuestos

Problemas y ejercicios

439. Dibújense los esquemas electrónicos de la estructura de los átomos de carbono y silicio. Indíquese la semejanza y diferencia entre ellos.

440. ¿En qué propiedades del grafito se basa su aplicación: a) en la electrotecnia; b) en la industria química?

441. Póngase ejemplos de aplicación del diamante en la economía nacional. ¿Qué propiedades del mismo se utilizan en cada caso?

442. ¿Cómo demostrar que el diamante y el grafito son dos formas alotrópicas del elemento carbono?

443. Escríbanse las fórmulas de los compuestos naturales inorgánicos, en cuya composición entra el carbono. ¿Cuáles de ellos se usan en la metalurgia y en la construcción?

444. En la combustión de un compuesto natural de carbono con el hidrógeno se obtuvieron 1,12 l de dióxido de carbono y 1,8 g de agua. Hállese la fórmula de este compuesto. Señálense las esferas más importantes de su aplicación en la economía nacional.

445. Para la obtención de pinturas grises como pigmento se utilizan polvos de grafito o de zinc mezclados con óxido de zinc. ¿Con ayuda de qué sustancia pueden ser identificados estos pigmentos? Escríbase la ecuación de esta reacción.

446. Las pinturas negras que se usan para pintar edificios contienen en calidad de pigmento hollín o dióxido de manganeso. ¿Cómo se pueden identificar estas pinturas, teniendo a disposición solamente ácido clorhídrico? Escríbase la ecuación de la reacción correspondiente.

447. ¿En qué propiedad del carbón vegetal se basa su aplicación en las caretas antigás y en la medicina?

448. Uno de los procedimientos técnicos de obtención del hollín consiste en calentar el monóxido de carbono bajo presión, en presencia de un catalizador. Escríbase la ecuación de la reacción correspondiente, teniendo en cuenta que su segundo producto es una sustancia que se absorbe bien por los álcalis.

449. Un gramo de carbón activado puede adsorber 235 ml de cloro, en condiciones normales. Calcúlese la masa de cloro que puede ser adsorbida por 50 g de carbón activado.

450. Defínase el porcentaje de carbono en el coque, si en la combustión de 4 g de éste se desprendieron 6,72 l de dióxido de carbono, medido en condiciones normales.

451. El efecto térmico de la reacción de combustión del carbono es de 394 kJ/mol. ¿Qué cantidad de calor se desprenderá en la combustión de 1 t de coque que contiene 98% de carbono?

452. A altas temperaturas el carbono puede entrar en reacción con los metales, formando carburos. Escríbase la ecuación de la reacción del carbono con el calcio, con el magnesio y con el aluminio.

453. ¿En qué propiedades del carbono se basa su amplia aplicación en la metalurgia? Dese una respuesta argumentada y escríbanse las ecuaciones de las reacciones correspondientes.

454. ¿Qué cantidad de coque entró en reacción con el óxido férrico, si durante ésta se formaron 6,72 m^3 de dióxido de carbono, en condiciones normales?

455. ¿Cuánto carbón vegetal con un contenido del 96% de carbono se requiere para reducir el hierro de 1 kg de óxido férrico?

456. Calcúlese el volumen de una mezcla de gases y su composición en por ciento; la mezcla se formó durante la combustión de 10 m^3 de monóxido de carbono en igual volumen de oxígeno.

457. La masa de 3,36 l de una mezcla de gases CO y CO_2, en condiciones normales, es de 5 g. Hállese el volumen de cada gas en la mezcla.

458. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones químicas que tienen lugar en el gasógeno durante la obtención de los gases: a) de gasógeno; b) de agua (gas pobre).

459. En el gasógeno se obtuvo gas de agua que consta de volúmenes iguales de CO y H_2. Determínese la masa de 1 m^3 de esta mezcla, sin considerar las impurezas extrañas.

460. El gas que se obtiene por medio de la gasificación subterránea del carbón de piedra consta del 10% de hidrógeno, 5% de metano, 17% de monóxido de carbono, 13% de dióxido de carbono y 55% de nitrógeno. Calcúlese el volumen de aire necesario para quemar 1 m^3 de este gas.

461. Determínese el volumen del monóxido de carbono, en condiciones normales, que se forma en el gasógeno de 1 t de carbón que contiene 92% de carbono, si las pérdidas de producción constituyen el 10%.

462. El gas de agua contiene el 45% de monóxido de carbono, el 45% de hidrógeno, el 5% de dióxido de carbono y el 5% de nitrógeno. Calcúlese el volumen de aire necesario para quemar 1 m^3 de este gas.

463. Defínase la cantidad de energía calorífica que se desprende en la combustión de 1 m^3 de gas de agua, si el efecto térmico de la reacción de combustión del monóxido de carbono es 283 kJ/mol, y del hidrógeno, 286,5 kJ/mol (véase la composición del gas en el problema 462).

464. En la combustión de 1 g de carbón de piedra en una corriente de oxígeno se obtuvieron 14 ml de dióxido de azufre, medido en condiciones normales. Hállese el porcentaje del azufre en la muestra de carbón dada.

465. ¿Qué volumen (en condiciones normales) de monóxido de carbono se consumirá en la reducción del hierro a partir de 1 t de mineral que contiene el 60% de óxido férrico?

466. En el laboratorio el dióxido de carbono se obtiene por acción del ácido clorhídrico y, algunas veces, del nítrico, sobre el mármol. Explíquese, por qué para esta reacción no se usa ni el ácido sulfúrico, ni el fosfórico.

467. ¿Cuánto dióxido de carbono se puede obtener al actuar 100 ml de ácido clorhídrico (ρ = 1,120 g/cm^3) sobre 30 g de carbonato cálcico?

468. ¿Qué volumen de dióxido de carbono, medido en condiciones normales, se forma en la descomposición en el horno de calcinación de 50 t de caliza que contiene 10% de impurezas, si las pérdidas de producción constituyen el 5%?

469. En la calcinación de 30 t de caliza que contiene el 92% de carbonato cálcico se obtuvieron 10 t de dióxido de carbono. ¿Qué por ciento constituye esto del rendimiento teórico posible?

470. 100 g de suelo se trataron con ácido clorhídrico, obteniendo de esta manera 448 ml de dióxido de carbono, medido en condiciones normales. Defínase el porcentaje de carbonatos en el suelo.

471. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones en las cuales puede tomar parte el dióxido de carbono.

472. En el fraguado de los materiales aglutinantes calizos una de las reacciones se verifica entre el hidróxido cálcico y el dióxido de carbono. ¿Qué volumen de CO_2, en condiciones normales, entrará en reacción con 7,4 t de hidróxido cálcico?

473. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones que tienen lugar, cuando se hace pasar dióxido de carbono a través de una disolución de hidróxido sódico.

474. ¿En qué caso se forma más dióxido de carbono, cuando el ácido sulfúrico actúa sobre el hidrocarbonato sódico o sobre una masa igual de carbonato sódico?

475. Escríbase la ecuación de la reacción que se verifica cuando funciona el extintor, si éste está cargado con soluciones de hidrocarbonato sódico y ácido sulfúrico.

476. ¿Qué volumen, en condiciones normales, ocupará un gas, obtenido durante la sublimación de 1 kg de hielo seco?

477. ¿Por qué al hacer pasar el dióxido de carbono a través del agua coloreada con tornasol azul su color se pone rojo, y cuando la disolución obtenida se hierve, de nuevo azul? Escríbanse las ecuaciones de las reacciones correspondientes.

478. El dióxido de carbono no mantiene la combustión. Sin embargo, si en un recipiente con dióxido de carbono se introduce una cinta de magnesio ardiendo, ésta continúa ardiendo. Escríbase la ecuación de la reacción que tiene lugar y explíquese ésta, basándose en la teoría de la estructura electrónica de la sustancia.

479. Escríbase la ecuación de la reacción de combustión del potasio en dióxido de carbono.

480. ¿Qué cantidad de magnesio entró en reacción química con el dióxido de carbono, si durante ésta se formaron 6 g de carbono?

481. A través de 38,2 ml de una disolución de hidróxido sódico al 32% ($\rho = 1{,}310$ g/cm^3) se hizo pasar dióxido de carbono obtenido en la combustión de 2,4 g de carbono. ¿Qué composición tiene la sal formada y cuál es su concentración porcentual en la solución?

482. El blanco de plomo contiene en calidad de pigmento carbonato básico de plomo (II) $Pb_3(OH)_2(CO_3)_2$. Cuando el ácido nítrico actúa sobre este blanco se desprende un gas incoloro, y cuando actúa el sulfuro de hidrógeno el pigmento ennegrece. Explíquense los fenómenos que se verifican y escríbanse las ecuaciones de las reacciones correspondientes.

483. El blanco de zinc contiene como pigmento blanco el óxido de zinc, a veces mezclado con creta. ¿Cómo se puede identificar la presencia de creta en tales blancos y hallar su porcentaje?

484. Al hacer pasar dióxido de carbono a través de agua calcárea, ésta, primeramente, se enturbia y luego, de nuevo se pone clara. Explíquese este fenómeno y escríbanse las ecuaciones de las reacciones correspondientes.

485. A través de una disolución que contiene 7,4 g de hidróxido cálcico se hizo pasar 4,48 l de dióxido de carbono, medido en condiciones normales. ¿Qué sal y en qué cantidad se formó durante este proceso?

486. El hidrocarbonato amónico se usa en pastelería. Calcúlese, cuántos litros de dióxido de carbono, medido en condiciones normales, se forma, si a la masa se añadieron 50 g de hidrocarbonato amónico.

487. La tiza está compuesta por carbonato de calcio con mezclas de dióxido de silicio y óxido férrico. ¿Por qué procedimiento se puede identificar el carbonato cálcico en la tiza y determinar su porcentaje?

488. Para definir el contenido de carbonato de calcio en la tiza se tomó una muestra pesada de 5,25 g y se trató con ácido nítrico hasta la eliminación total del dióxido de carbono. ¿Cuál es el porcentaje de carbonato de calcio en esta muestra de tiza, si en la reacción tomaron parte 42 g de ácido nítrico al 15%?

489. La sosa se obtiene en las fábricas haciendo pasar amoníaco y dióxido de carbono a través de una disolución concentrada de cloruro sódico. El hidrocarbonato sódico que se forma en la reacción se calcina y se transforma en

carbonato. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones que tienen lugar.

490. El compuesto natural de carbono que se usa ampliamente en la fabricación de aglutinantes está constituido por 40% de Ca, 12% de C y 48% de O. Hállese la fórmula molecular de este compuesto y nómbrese.

491. ¿Qué concentración en por ciento tendrá una disolución de carbonato sódico, si en 100 ml de agua se disuelven 57,2 g de sosa cristalizada $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$?

492. ¿Cuánta sosa cristalizada $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ hay que coger para preparar 500 g de una disolución de carbonato sódico al 10%?

493. Al actuar con ácido clorhídrico en exceso sobre 5,1 g de caliza densa, se liberaron 1,12 l de dióxido de carbono, medido en condiciones normales. ¿Cuál es el porcentaje de carbonato cálcico en dicha caliza?

494. La roca de carbonato de clase B que se usa en la fabricación de cal para la construcción contiene el 90% de carbonato cálcico, el 7% de carbonato magnésico y el 3% de impurezas de arcilla. ¿Cuántas toneladas de tal roca se requieren para obtener 10 t de cal viva, si las pérdidas de producción constituyen el 8%?

495. El carbonato sódico se usa frecuentemente para neutralizar los ácidos. ¿Qué cantidad de sosa se debe coger, para sustituir: a) 20 g de hidróxido sódico; b) 37 g de hidróxido cálcico; c) 0,5 mol de hidróxido bárico?

496. En una fábrica se obtuvieron 5,5 mil t de sosa calcinada. ¿A qué cantidad de sosa cristalizada corresponden?

497. El adsorbedor de gas que se usa en los aparatos vacuoeléctricos se prepara de una mezcla de carbonatos bárico y de estroncio, la cual en forma de pasta se aplica a una cinta de tántalo. A altas temperaturas (1100 ... ... 1300 °C) los carbonatos se descomponen, y los óxidos que se forman se reducen por el tántalo a metales libres. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones.

498. ¿Qué volumen de dióxido de carbono se forma al calcinar 200 g de carbonato bárico?

499. La solución acuosa de carbonato potásico (potasa) absorbe selectivamente dióxido de carbono de una mezcla suya con otros gases. En este proceso se forma hidrocarbonato potásico, el cual, cuando se hierve la

solución, vuelve a convertirse en carbonato. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones que tienen lugar e indíquese, dónde puede tener aplicación práctica esta propiedad de la potasa.

500. Con ayuda de qué reacciones se pueden verificar las transformaciones siguientes:

a) $C \rightarrow CO_2 \rightarrow CO \rightarrow CO_2 \rightarrow Na_2CO_3 \rightarrow CaCO_3$

b) $CaCO_3 \rightarrow CO_2 \rightarrow H_2CO_3 \rightarrow K_2CO_3 \rightarrow BaCO_3$

c) $MgCO_3 \rightarrow CO_2 \rightarrow K_2CO_3 \rightarrow KHCO_3 \rightarrow K_2CO_3$

d) $NH_4HCO_3 \rightarrow NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 \rightarrow CaCO_3 \rightarrow Ca(HCO_3)_2$

e) $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O \rightarrow NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 \rightarrow NaCl$

Escríbanse las ecuaciones de las reacciones y nómbrense los compuestos que se forman.

501. Escríbanse las ecuaciones iónicas completas y reducidas de las reacciones entre las disoluciones: a) de carbonato sódico y cloruro cálcico; b) de carbonato potásico y nitrato bárico; c) hidrocarbonato cálcico e hidróxido cálcico.

502. Escríbanse las fórmulas estructurales: a) del ácido carbónico; b) del carbonato e hidrocarbonato sódicos; c) del carbonato e hidrocarbonato de calcio.

503. ¿Cómo se puede purificar el carbonato sódico de las impurezas del hidrocarbonato sódico?

504. Una mezcla de hidrocarbonato y carbonato sódicos de 27,4 g de masa se calentó hasta que la masa cesó de disminuir. El residuo, después de calcinarlo, resultó ser igual a 21,2 g. Calcúlese el contenido de dicha mezcla, expresado en tanto por ciento.

505. La ceniza que se obtiene después de quemarse las plantas, contiene carbonato y sulfato potásicos. ¿Con ayuda de qué reacciones se puede identificar la presencia de estas sales en la ceniza? Escríbanse las ecuaciones de las reacciones correspondientes.

506. ¿Con ayuda de qué reacciones se puede diferenciar el carbonato de bario del sulfato de bario? Escríbanse las ecuaciones iónicas de las reacciones.

507. En la neutralización de una solución de carbonato potásico se consumieron 50 ml de disolución de ácido sulfúrico ($\rho = 1{,}510$ g/cm^3). Determínese el contenido de carbonato de potasio en la disolución. ¿Qué volumen (en condiciones normales) de CO_2 se desprende en esta reacción?

508. Para darles propiedades anticorrosivas a las construcciones metálicas con refuerzo reticulado, a los aglutinantes se les agrega una disolución de carbonato potásico (potasa) al 1% ... 2%. ¿Con ayuda de qué reacciones se puede identificar la presencia de esta sal en el aglutinante?

509. Una muestra pesada de 9,13 g de magnesita se trató con exceso de ácido nítrico. El gas que se desprendió fue absorbido por una disolución de hidróxido sódico. La masa de la disolución de álcali, después que absorbió el gas, aumentó en 4,4 g. Hállese el porcentaje del carbonato magnético en la magnesita.

§ 16. Silicio y sus compuestos

510. Partiendo de la posición del silicio en el sistema periódico de los elementos de D.I. Mendeléiev, escríbanse las fórmulas: a) del óxido superior de silicio; b) del compuesto hidrogenado; indíquese el número de oxidación del silicio en estos compuestos.

511. ¿Qué tipo de red cristalina tiene el silicio? ¿A qué forma alotrópica del carbono se asemeja?

512. En el laboratorio el silicio en estado libre se puede obtener del dióxido de silicio, reduciéndolo con magnesio. Escríbase la ecuación de la reacción del silicio por este procedimiento.

513. Técnicamente, el silicio se obtiene mediante la reducción del dióxido de silicio con coque, en los hornos eléctricos. Escríbase la ecuación de la reacción que tiene lugar, sabiendo que el segundo producto de la reacción es el monóxido de carbono, que es combustible.

514. Determínese el porcentaje de silicio en su óxido superior.

515. ¿Qué propiedad del silicio se usa ampliamente en radioelectrónica?

516. A altas temperaturas el silicio entra en reacción con los metales, formando siliciuros. Escríbase la ecuación de la reacción entre el magnesio y el silicio.

517. El compuesto que lleva el nombre de carborundo se prepara por fusión de una mezcla de sílice con coque (en relación de 1 mol de SiO_2 para 3 moles de C) en un horno eléctrico. Escríbase la ecuación de la reacción de formación del carborundo y defínase el tipo de su red

cristalina. ¿Cuáles de las sustancias que han estudiado tienen semejante red cristalina?

518. ¿Cuáles son las aplicaciones del carborundo?

519. En la combustión de 10 g de carborundo se formaron 5,6 l de dióxido de carbono y 15 g de dióxido de silicio. Hállese la fórmula molecular del carborundo.

520. ¿Qué cantidad de arena de cuarzo y de coque con un contenido de 90% de carbono se requiere para la obtención de 1 t de carborundo?

521. El dióxido de silicio es una sustancia muy dura, mientras que el dióxido de carbono es un gas. ¿Cuál es la causa de tan marcada diferencia en las propiedades físicas de estos óxidos?

522. Nómbrense las principales ramas de aplicación del dióxido de silicio (IV) e indíquese en cuáles de sus propiedades se basan.

523. ¿Qué red cristalina tienen las sustancias que se utilizan en calidad de materiales abrasivos?

524. Cuando se funde el dióxido de silicio (IV) con los óxidos básicos se forman silicatos de los metales correspondientes. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones del dióxido de silicio: a) con el óxido de calcio; b) con el óxido de aluminio; c) con el monóxido de plomo (II).

525. El vidrio soluble que se emplea ampliamente en la construcción se obtiene al calentar la arena cuarzosa con el hidróxido sódico o potásico. ¿Cuánto hidróxido sódico y arena cuarzosa que contiene el 10% de impurezas hay que coger para obtener 12,2 t de silicato de sodio?

526. El vidrio soluble es una solución acuosa de silicato sódico o potásico. Señálense las principales ramas de su aplicación.

527. Para fijar el terreno movedizo en la construcción de túneles subterráneos se introducen a presión en el terreno movedizo acuoso por los agujeros de sondeo, soluciones de silicato sódico y cloruro de calcio. Escríbase la ecuación iónica de la reacción que tiene lugar.

528. El silicato potásico que se emplea en la técnica vacuoeléctrica para la fabricación de pantallas luminiscentes se obtiene fundiendo el polvo cuarzoso SiO_2 con carbonato potásico. Escríbase la ecuación de la reacción que tiene lugar y calcúlese, cuánta materia prima se necesita para obtener 1 kg del producto.

529. La imprimación de silicato está compuesta por tiza y vidrio soluble. ¿Cómo se puede identificar el carbonato de calcio en la imprimación y hallar su masa?

530. Escríbase la reacción de obtención del silicato potásico por medio de dos o tres procedimientos.

531. El vidrio soluble con tiza se emplea para el tratamiento de la madera con imprimación de silicato, antes de recubrirla con pinturas ignífugas. Para esto, 1 kg de tiza se apiña en 10 l de vidrio soluble ($\rho = 1{,}120$ g/cm^3). Calcúlese el consumo de tiza y vidrio soluble, necesarios para obtener 20 kg de tal imprimación.

532. Calcúlese el hidromódulo del cemento (la relación que hay en el cemento entre la masa del óxido de calcio y la masa de los óxidos restantes) cuya composición es: 66% de CaO, 21% de SiO_2, 6% de Al_2O_3, 3,5% de Fe_2O_3 y 3,5% de MgO.

533. El fluosilicato sódico Na_2SiF_6 que se emplea como antiséptico para proteger la madera de la putrefacción se obtiene por reacción del ácido fluosilícico con el hidróxido sódico. ¿Cuántas sustancias iniciales se necesitan para obtener 18,8 kg de fluosilicato sódico?

534. El fluosilicato amónico supera por su toxicidad al fluoruro sódico; la solución al 8% del primero se usa ampliamente para proteger la madera de la putrefacción. ¿Qué cantidad de dicha sal se requiere para preparar 10 kg de tal solución?

535. En la electrotécnia se usan ampliamente aisladores de mica, cuya composición se expresa mediante la fórmula $K_4H_4Al_6Si_6O_{25}$. Escríbanse las fórmulas de los óxidos de los elementos que forman esta mica.

536. En la técnica tiene gran importancia el silicato natural de aluminio, nefelina, cuyos ricos yacimientos se encuentran en la península de Kola. Escríbase la fórmula química de este silicato de aluminio, si sabemos que en su composición entran 20,74% de Na_2O, 34,11% de Al_2O_3, 45,15% de SiO_2.

537. En la producción de cristales se emplea arena cuarzosa, sosa calcinada y caliza. ¿Qué reacciones químicas tienen lugar entre estas sustancias en la carquesa? Escríbanse las ecuaciones de estas reacciones.

538. Calcúlese, cuánta arena cuarzosa, sosa calcinada y caliza es necesario coger para la obtención de 24 t de vidrio, cuya fórmula aproximada es $Na_2O \cdot CaO \cdot 6SiO_2$.

539. El vidrio refractario que se emplea para la preparación de vasija química contiene 18,43% de óxido potásico, 10,98% de óxido cálcico y 70,59% de dióxido de silíceo (IV). Escríbase la fórmula química de este vidrio en forma de combinación de óxidos.

540. Calcúlese la composición de la carga mineral necesaria para la cocción de 100 t de vidrio que tenga la composición siguiente: el 16% de Na_2O, 10% de CaO, 74% de SiO_2. Para la fabricación del vidrio como fuente del óxido sódico se emplea la sosa y de óxido cálcico, la creta.

541. El cristal que se emplea para la fabricación del vidrio óptico y vajilla decorativa está compuesto por el 5,68% de Na_2O, 61,04% de PbO, 33,28% de SiO_2. Escríbase la fórmula del cristal en forma de combinación de óxidos.

542. Aprovechando los datos del problema anterior, calcúlese, cuánto óxido de plomo (II) se necesita para obtener 1 t de cristal.

543. Un florero de cristal pesa 2 kg. ¿Cuántos moles de plomo contiene tal masa de cristal?

544. Para la obtención del ladrillo de sílice se cojo cal apagada finamente molida y arena. Esta mezcla se trata con vapor vivo bajo la presión (de $1 \cdot 10^5$ ... $2 \cdot 10^6$ Pa) durante 40 min. Escríbanse las fórmulas de las sustancias que entran en la carga del mineral y las ecuaciones de las reacciones correspondientes.

545. Para pegar las losas de cerámica se emplea una cola especial marca КЦК (KTsK) que consta del 70% de cemento marca 400 y 30% de arena cuarzosa. La mezcla triturada de estas sustancias se junta con agua y se mezcla esmeradamente. ¿Cuánto cemento y arena hay que coger para la preparación de 2 t de tal cola?

546. Para los trabajos de estucado en el frío crudo, el estuco se apiña con agua clorada, la cual se obtiene del cloruro de cal $CaOCl_2$. Escríbase la ecuación de la reacción entre el agua y el cloruro de cal.

547. Para la grabación en cristal de distintos dibujos y letreros se emplea el ácido fluorhídrico. ¿Por qué? Escríbanse las ecuaciones de las reacciones correspondientes.

548. Para la refinación de la colada metálica de la arena de molde se emplea el ácido fluorhídrico. Escríbase la ecuación de la reacción correspondiente.

549. La sustancia principal que forma las arcillas naturales es el caolín $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$, el cual se obtiene mediante la aireación química del feldespato $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$. Escríbase la reacción de aireación del feldespato.

550. El asbesto que se usa ampliamente en la construcción como material refractorio tiene la fórmula $3MgO \cdot 2SiO_2 \cdot H_2O$. Determínese el porcentaje de silíceo y magnesio en él.

551. En la preparación de material aglutinante para la construcción de edificios de ladrillo se emplea una mezcla de cemento y arena en relación de 1:3, según la masa. ¿Qué cantidad de dichas sustancias se necesitará para la preparación de 20 t de tal mezcla? Determínese la concentración porcentual de la arena y cemento en este mortero aglutinante.

552. El cemento portland consta de silicatos de calcio que están compuestos por: a) 73,7% de CaO; 26,3% de SiO_2; b) 65,1% de CaO, 34,9% de SiO_2. ¿Cuántos moles de óxido de calcio corresponden a 1 mol de dióxido de silíceo (IV) en cada una de estas combinaciones?

553. Qué propiedad de la arcilla se emplea en la producción de artículos cerámicos?

554. Nómbrense las modificaciones del dióxido de silíceo (IV) que conozcan e indíquese, dónde se emplean, prácticamente.

555. Con ayuda de qué reacciones se pueden realizar las transformaciones siguientes:

$SiO_2 \rightarrow Na_2SiO_3 \rightarrow CaSiO_3$

$SiO_2 \rightarrow Si \rightarrow Mg_2Si \rightarrow SiH_4 \rightarrow SiO_2 \rightarrow H_2SiO_3$

$SiO_2 \rightarrow Na_2O \cdot CaO \cdot 6SiO_2$

$SiO_2 \rightarrow SiC$

Escríbanse las ecuaciones de las reacciones.

556. Escríbase la ecuación de la reacción con ayuda de la cual el dióxido de silicio (IV) insoluble se puede transformar en compuesto soluble de silicio.

557. ¿Con ayuda de qué reactivo se pueden determinar las soluciones: de silicato sódico, carbonato sódico, sulfito sódico? Escríbanse las ecuaciones de las reacciones que tienen lugar.

Problemas experimentales

558. Obténgase dióxido de carbono por acción de un ácido sobre el mármol y demuéstrese que el gas obtenido es el dióxido de carbono.

559. En tres tubos de ensayo se hallan las soluciones de carbonato, sulfato y silicato sódicos. Con ayuda de reacciones características determínese cada sustancia.

560. En tres paquetitos se encuentran polvos de materiales aglutinantes para la construcción: cal apagada, cemento y arena cuarzosa. Determínese cada sustancia.

561. Obténgase silicato de calcio partiendo del silicato potásico.

562. Demuéstrese experimentalmente que en la composición del vidrio de ventanas entra el silicato sódico.

563. Demuéstrese experimentalmente que la cola silícica de oficina contiene silicatos de sodio y potásico solubles.

564. Demuéstrese experimentalmente que cuando arden los mecheros de gas y de alcohol se forman dióxido carbónico y agua.

565. Se tienen las muestras siguientes de materiales de construcción: mármol, cal viva y granito. Determínese cada sustancia.

566. En un mortero de porcelana tritúrese en polvo menudo un pequeño pedacito de tubo de vidrio. Al polvo de vidrio obtenido viértase un poco de agua destilada y añádanse 1 ... 2 gotas de solución de fenolftaleína. Explíquese el fenómeno observado y escríbase la ecuación de la reacción correspondiente.

567. Partiendo del hidróxido de calcio y del óxido de carbono obténganse carbonato e hidrocarbonato de calcio.

568. En dos paquetes se encuentran sosa calcinada y bicarbonato sódico. Determínese cada sustancia.

569. Demuéstrese experimentalmente que la sal dada es carbonato de amonio.

570. En dos tubos de ensayo pongan, en cada uno, un pedazo de mármol y viértanse en uno de ellos 1 ... 2 ml de ácido clorhídrico, en el otro, 1 ... 2 ml de ácido sulfúrico ¿Qué se observa? Explíquese el fenómeno observado.

571. En un tubo de ensayo viértanse 2 ... 3 ml de agua calcárea e introdúzcase en él un tubo largo de vidrio, a través del cual soplen, largo tiempo, el aire de los pulmones. ¿Qué se observa? Explíquense los fenómenos que tienen lugar y escríbanse las ecuaciones de las reacciones correspondientes.

Capítulo 5

METALES

Ejemplos de solución de problemas

Ejemplo 1. En una solución que contiene 0,2 mol de nitrato cúprico (II) y la misma cantidad de nitrato de plomo (II) se puso una placa de zinc con una masa de 19,5 g. ¿Cuánto de cada metal se desprendió de la solución, si la placa de zinc se disolvió por completo?

Resolución. En la serie de tensiones electroquímicas de los metales el zinc está situado delante del plomo y del cobre; él desplaza dichos metales de las soluciones de sus sales. Como el potencial electródico del cobre es mayor que el del plomo, en primer lugar se precipita de la solución el cobre, y después, el plomo. Calculemos, cuánto zinc entra en reacción con 0,2 mol de nitrato de cobre y cuánto cobre, en este caso, se desprende de la solución.

Escribamos la ecuación de la reacción:

$$Cu(NO_3)_2 + Zn = Zn(NO_3)_2 + Cu$$

1 mol	1 mol	1 mol
	65 g	64 g

De la ecuación tenemos que para 1 mol de $Cu(NO_3)_2$ se consume 1 mol de zinc y se desprende de la solución 1 mol de cobre. Así pues, con 0,2 mol de $Cu(NO_3)_2$ reacciona 0,2 mol de Zn y se desprende 0,2 mol de Cu. La masa de 0,2 mol de Zn (65·0,2) es de 13 g; la masa de 0,2 mol de Cu (64·0,2) es de 12,8 g.

Hallemos la masa del zinc que no reaccionó: 19,5 — 13 = = 6,5 g ó 0,1 mol.

Escribamos la ecuación de la reacción:

$$Pb(NO_3)_2 + Zn = Zn(NO_3)_2 + Pb$$

1 mol	1 mol	1 mol
	65 g	207 g

Si 1 mol de zinc desplaza 1 mol de plomo, entonces, 0,1 mol de zinc desplazará 0,1 mol de plomo. La masa de 0,1 mol de Pb = = 207·0,1 = 20,7 g.

De la solución se desprende: 12,8 g de Cu; 20,7 g de Pb.

Ejemplo 2. En la industria el vitriolo azul se obtiene disolviendo la chatarra de cobre en ácido sulfúrico tem-

plado, a través del cual se sopla aire. Calcúlese, cuánto $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ se puede obtener de 6,4 kg de chatarra de cobre, si su rendimiento es igual al 92% con relación al posible teóricamente.

Escribamos la ecuación de la reacción y realicemos los cálculos:

6,4 kg $\qquad\qquad$ x

$2Cu + 2H_2SO_4 + O_2 = 2CuSO_4 + 2H_2O$

2 kmoles $\qquad\qquad$ 2 kmoles

128 kg $\qquad\qquad$ 320 kg

$\frac{x}{320} = \frac{6,4}{128}$ $\quad x = 320 \cdot 6,4/128 = 16$ kg.

Calculemos el rendimiento teórico de $CuSO_4 \cdot 5H_2O$:

16 kg $\qquad\qquad$ x

$CuSO_4 + 5H_2O = CuSO_4 \cdot 5H_2O$

1 kmol $\qquad\qquad$ 1 kmol

160 kg $\qquad\qquad$ 250 kg

$\frac{x}{250} = \frac{16}{160}$ $\quad x = 250 \cdot 16/160 = 25$ kg.

Ahora, hallemos el rendimiento práctico de $CuSO_4 \cdot 5H_2O$:

$\frac{25 \cdot 92}{100} = 23$ kg.

§ 17. Propiedades generales de los metales. Serie de tensiones. Corrosión. Aleaciones

Problemas y ejercicios

572. ¿En qué se diferencian por su estructura los átomos de los metales de los átomos de los no metales? Pónganse ejemplos.

573. ¿Qué estructura tiene la red cristalina de los metales? ¿Qué es el enlace metálico?

574. ¿En qué se parece (y se diferencia) el enlace metálico al enlace iónico y covalente?

575. Nómbrense los metales: a) de mayor conductividad eléctrica y calorífica; b) poco fusibles y fácilmente fusibles; c) de mayor dureza; d) de mayor y menor densidad.

576. ¿Por qué en la práctica se emplean más las aleaciones que los metales puros?

577. ¿Qué metales y aleaciones tienen mayor aplicación: a) en la construcción de maquinaria; b) en la construcción de aviones; c) en el transporte ferroviario, por agua y automovilístico; d) en la electrotecnia; e) en la construcción? ¿Qué propiedades de estos metales son de mayor importancia?

578. Nómbrense los metales y aleaciones, que deberán utilizar con frecuencia en su futuro trabajo. Dése una respuesta argumentada.

579. ¿En qué ramas de la industria se aplican los metales puros y superpuros?

580. ¿En qué aparatos domésticos se emplean los metales de mayor fusibilidad y los más difícilmente fusibles?

581. En un ejemplo concreto muéstrese, qué transformaciones tienen lugar en los átomos de los metales durante las reacciones químicas.

582. Escríbanse tres ecuaciones de las reacciones entre metales y metaloides y explíquese su mecanismo, basándose en la teoría electrónica de la estructura de la sustancia.

583. Enumérense los metales que no reaccionan con el oxígeno en cualesquiera condiciones.

584. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones entre: a) el sodio y el cloro; b) el magnesio y el bromo; c) el aluminio y el yodo; d) el hierro y el cloro. ¿Qué tipo de enlace tienen los compuestos obtenidos?

585. ¿Qué metales reaccionan con el agua en condiciones normales y cuáles a temperaturas elevadas? Escríbanse las ecuaciones de las reacciones correspondientes.

586. ¿A qué se llama serie de las fuerzas electromotrices de los metales? ¿Por qué el hidrógeno se encuentra en esta serie?

587. ¿Cuáles de los metales enumerados a continuación reaccionan con una solución diluida de ácido sulfúrico: el Mg, Al, Zn, Cu, Ag, Hg, Fe y Sn? Escríbanse las ecuaciones de las reacciones posibles y explíquese su mecanismo, basándose en la teoría de la estructura electrónica de la sustancia.

588. ¿Con cuáles de los metales indicados reaccionará al calentarse el ácido sulfúrico concentrado: con el Cu,

Hg, Zn, Au? Escríbanse las ecuaciones de las reacciones correspondientes.

589. Para determinar la pureza del zinc y la presencia en su composición de 0,7 g de óxido, lo trataron con ácido clorhídrico en exceso y se obtuvieron 224 ml de hidrógeno (en condiciones normales). Determínese el porcentaje de zinc en la muestra dada.

590. La mezcla de mercurio con óxido mercúrico (II) de 1,54 g de masa fue disuelta en exceso de ácido sulfúrico concentrado y calentado. Durante la disolución se desprendieron 0,112 l de gas (en condiciones normales). Determínese la composición de la mezcla.

591. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones entre los metales Zn, Ag, Cu y el ácido nítrico concentrado.

592. Durante la reacción entre un ácido muy diluido y el magnesio se obtuvieron 560 ml de óxido nitroso (en condiciones normales). ¿Cuánto magnesio entró en reacción con el ácido?

593. ¿Se puede conservar una solución de vitriolo azul en un balde de hierro o galvanizado? Confírmese la respuesta con las ecuaciones de las reacciones.

594. ¿En qué propiedad de los metales se basa el empleo de la solución de vitriolo azul para marcar las piezas de acero durante su fabricación? Escríbase la ecuación de la reacción correspondiente.

595. La solución de sulfato de zinc tiene impurezas de sulfato de cobre. ¿Cuál es el método más simple para depurar esta solución del sulfato de cobre?

596. ¿Cuál de los metales será desplazado antes, si en la solución que contiene sulfato cúprico y sulfato ferroso se introduce una lámina de zinc depurada del óxido?

597. ¿Qué metales y en qué orden serán desplazados de las soluciones: a) una lámina de hierro puesta en una solución que contiene sulfatos de zinc, cobre (II), plomo (II), níquel (II); b) una lámina de cobre puesta en una solución que contiene nitratos de bario, de plata, de mercurio (II), de aluminio; c) una lámina de zinc puesta en una solución que contiene nitratos de níquel (II), de cobre (II), de mercurio (II), de plata? Escríbanse las ecuaciones de las reacciones correspondientes.

598. En una solución que contiene 0,1 mol de nitrato de plomo (II) y la misma cantidad de nitrato mercúrico

se introdujo una lámina de zinc con una masa de 9,75 g. ¿Cuánto de cada metal se desprende de la solución, si la lámina de zinc se disolvió completamente?

599. El estaño que se emplea en la técnica para la soldadura, estañadura y fabricación de diversas aleaciones reacciona tanto con los ácidos como con los álcalis. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones correspondientes, si el estaño en las combinaciones formadas manifiesta un número de oxidación igual a +2.

600. El cloruro de cobre (II) se emplea para la fabricación de formas bimetálicas de aluminio—cobre por el método de encobrado químico. ¿Cuánto cobre se deposita en una lámina de aluminio, sumergida en una solución de cloruro cúprico, si su masa aumentó en 13,8 g?

601. El galvanizado se emplea en la industria poligráfica para el aumento de los elementos blancos durante la fabricación de formas offset. ¿Cuánto sulfato de zinc es necesario consumir, para depositar en la superficie de las formas offset 19,5 kg de zinc?

602. En el estampado en caliente cerca del 5% del metal se transforma en costra de óxido. Determínese, cuántas batiduras de hierro Fe_3O_4 se forman en el estampado de un lingote de acero de 30 kg de masa y cuánto cloruro férrico se puede obtener de estas batiduras.

603. Para llenar los acumuladores ácidos se emplea una solución de ácido sulfúrico ($\rho = 1,210$ g/cm^3). ¿Cuánto ácido sulfúrico ($\rho = 1,84$ g/cm^3) hay que coger para preparar 3 l de la solución necesaria?

604. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones químicas que tienen lugar en un acumulador de plomo durante su carga y descarga.

605. Explíquese el mecanismo de las reacciones de oxidación-reducción que tienen lugar durante la carga y descarga del acumulador alcalino de cadmioníquel.

606. Para la elaboración de pilas secas para las linternas se utilizan el grafito, zinc, cloruro amónico, dióxido de manganeso y engrudo de almidón. Explíquese la utilización de cada sustancia.

607. Una lámina de cobre y otra de zinc de igual masa se introdujeron en una solución de sulfato cúprico. Cierto tiempo después las láminas fueron sacadas de la solución, lavadas y secadas. ¿Se conservó la igualdad de la masa de dichas láminas?

608. En una solución de nitrato mercúrico se puso una lámina de cobre de 50 g de masa. Después de algún tiempo se sacó la lámina de la solución, se lavó, se secó y se pesó; su masa resultó ser 51,37 g. ¿Cuánto mercurio se depositó en la lámina de cobre?

609. En una solución de ácido sulfúrico se pusieron una lámina de cobre y otra de hierro, unidas por un conductor. ¿En qué dirección se desplazarán los electrones por el conductor?

610. En un codo de un tubo en U con una solución de cloruro sódico se introdujo una lámina de cobre; en otro codo, una de zinc, y las unieron con un conductor. A cada codo se añadieron varias gotas de fenolftaleína. ¿Junto a qué metal cambiará la coloración del indicador y por qué?

611. ¿Qué metales pueden ser empleados en calidad de electrodos negativos (cátodos) en el elemento galvánico, si los electrodos positivos (ánodos) son: a) el plomo; b) el níquel; c) el cobre?

612. ¿Por qué no se pueden unir las chapas de aluminio con remaches de cobre?

613. ¿Qué medidas se toman en su producción en la lucha contra la corrosión de los metales?

614. La aleación ПОС-90 (POS-90) que se emplea para soldar en la industria alimenticia consta del 90% de estaño, 9,8% de plomo y 0,2% de antimonio y bismuto. Calcúlese, cuántos átomos de estaño corresponden a cada átomo de plomo en esta aleación.

615. La aleación de aluminio y bario «Alba» se aplica en la industria vacuoeléctrica como adsorbedor de gas. Determínese la composición porcentual de la aleación, si en ella a 1 mol de átomos de bario le corresponden 2,74 moles de átomos de aluminio.

616. La aleación de cobre con aluminio contiene 87,7% de cobre y 12,3% de aluminio. Hállese la fórmula química de esta aleación.

617. Una de las variedades del bronce de plomo, que se emplea para la elaboración de casquillos de cojinete de biela, contiene 80% de cobre, 20% de plomo y representa una combinación química de estos metales. Hállese la fórmula molecular de esta combinación.

618. Se tienen dos aleaciones: el latón y una aleación de estaño y plomo (2:3). ¿Con ayuda de qué reactivos se pueden identificar?

619. ¿En qué ácido se puede disolver una aleación de cobre con plata? Escríbanse las ecuaciones de las reacciones correspondientes.

620. Hay que obtener 100 g de una aleación de plomo y estaño que contenga 60% de plomo y 40% de estaño. ¿Cuánto monóxido de plomo y óxido estánnico deberá encontrarse en la mezcla, para que al reducirla con carbón se obtenga la aleación que se requiere?

621. Un pedazo de latón de 3,25 g de masa se introdujo en un vaso con ácido clorhídrico y se mantuvo en él hasta que el gas que resultó ser 448 ml (en condiciones normales), cesó de desprenderse. Determínese la composición porcentual de la aleación.

622. Una de las variedades del bronce está compuesta por: el 85% de cobre, 14% de estaño, 1% de hierro. ¿Qué ácido hay que emplear para disolver esta aleación?

623. Una de las más duras es la aleación marca BK-15 (VK-15) (pobedit). Consta del 85% de carburo de wolframio (WC) y 15% de cobalto. ¿Cuánto polvo de wolframio y negro de lámpara (C) hay que coger para obtener 19,6 g de carburo de wolframio y qué cantidad de aleación VK-15 se puede obtener empleando este carburo?

624. La masa de un alambre de platinita que se emplea para la elaboración de una bombilla es igual a 0,3 g. Calcúlese el consumo de níquel para la fabricación de platinita marca N-42 (Ni-42%) para 1000 bombillas.

625. El gas que se formó por reacción entre el ácido nítrico concentrado y 5 g de bronce que contiene 80% de Cu y 20% de Pb fue absorbido completamente por una solución de hidróxido sódico. ¿Cuánta sal se formó en este proceso?

§ 18. Metales alcalinos

626. ¿Qué metales se denominan alcalinos y por qué? ¿Qué tienen de común los átomos de los metales alcalinos en la estructura de las capas electrónicas exteriores?

627. Trácense esquemas electrónicos de la estructura de los átomos e iones de litio, sodio y potasio. Determínense la semejanza y diferencia entre ellos.

628. Nómbrense los compuestos naturales más importantes de sodio y potasio e indíquense las ramas de su aplicación.

629. ¿Cuál es la regularidad de los cambios de las propiedades físicas de los metales alcalinos en función del aumento de la carga de los núcleos de sus átomos?

630. ¿En qué propiedad de los metales alcalinos se basa su empleo para la elaboración de células fotoeléctricas? ¿Cuál de los metales alcalinos es el más apropiado para este fin y por qué?

631. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones en las cuales los átomos de litio se transforman en iones.

632. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones siguientes:

$Li + O_2 =$; $Rb + Cl_2 =$; $Na + S =$;

$K + H_2O =$; $Na + HCl =$; $Rb + H_3PO_4 =$.

Explíquese el mecanismo de estas reacciones, basándose en la teoría electrónica de la estructura de la sustancia.

633. ¿Qué procedimientos se emplean para la obtención de los metales alcalinos en la industria? Compóngase el esquema de la electrólisis del hidróxido de sodio fundido.

634. Escríbanse las fórmulas de los óxidos de metales alcalinos y calcúlese el porcentaje de óxigeno en ellos. Por los datos del cálculo establézcase la dependencia que hay entre el cambio del porcentaje de oxígeno y el peso atómico del elemento.

635. ¿En qué propiedad del sodio se basa el empleo del mismo en aviación y en la producción de energía atómica?

636. Compóngase el esquema de la electrólisis de las soluciones: a) de cloruro de rubidio; b) de hidróxido potásico.

637. Compóngase el esquema de la electrólisis del cloruro de litio fundido.

638. ¿Con cuáles de las sustancias indicadas a continuación puede entrar en reacción el hidróxido sódico? ¿Con el cloruro cúprico? ¿El dióxido de silicio? ¿El dióxido de carbono? ¿El ácido nítrico? ¿El óxido cúprico? ¿El óxido de zinc (II)? ¿El ácido sulfúrico? ¿El óxido férrico? ¿El dióxido de azufre? Escríbanse las ecuaciones moleculares e iónicas de las reacciones posibles.

639. Enumérense los campos principales de aplicación de los hidróxidos sódico y potásico. ¿Se emplean estos álcalis en vuestra producción y para qué?

640. Para llenar los acumuladores alcalinos se emplea una solución de hidróxido potásico al 30%. ¿Cuánto hidróxido potásico se necesita para preparar 10 kg de tal solución?

641. Para la alcalización de las calderas de vapor, con el fin de limpiar sus paredes internas del ensuciamiento y crear una capa anticorrosiva, se emplea una solución al 20% de hidróxido y fosfato sódicos. ¿Qué cantidad de las sustancias indicadas se requiere para preparar 20 t de tal solución, si ellas se toman en masas iguales?

642. El número de miligramos de hidróxido potásico necesario para neutralizar los ácidos libres que se contienen en 1 g de dieléctrico líquido se denomina índice de acidez. Determínese el número de acidez del aceite para transformadores, si para la neutralización de 10 g del mismo se consumieron 0,4 mg de KOH.

643. Durante un año una persona consume con los alimentos cerca de 6 kg de cloruro sódico (sal). ¿Cuántos moles de sodio se contienen en esta cantidad de sal?

644. A 20 °C la solubilidad del nitrato potásico es igual a 31,6 g. Calcúlese la concentración porcentual del nitrato potásico saturado a la temperatura dada.

645. Durante la calcinación de 1,43 g de sosa cristalina hasta una masa permanente se obtuvieron 0,9 g de agua. Hállese la fórmula del hidrato cristalizado de carbonato sódico.

646. ¿Cuánta sosa cristalina $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ se necesita para la preparación de 500 g de una solución de carbonato sódico al 10%?

647. La ceniza obtenida por combustión de la madera contiene cerca del 25% de carbonato potásico. ¿Qué cantidad de silvinita NaCl·KCl, con un contenido de 18% de K_2O, puede sustituir a 1 t de ceniza?

648. La ceniza de las plantas, además de carbonato potásico, contiene sulfato potásico. ¿Cómo se puede identificar esta sal en la ceniza?

649. El mineral natural cainita contiene 24,64% de cloruro potásico, 39,69% de sulfato magnésico, 35,72% de agua de cristalización. Hállese la fórmula de dicho mineral.

650. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones, con ayuda de las cuales se pueden realizar las transformacio-

nes siguientes:

a) $Na \rightarrow NaOH \rightarrow Na_2CO_3 \rightarrow NaHCO_3 \rightarrow NaNO_3$

b) $KCl \rightarrow HCl \rightarrow NaCl \rightarrow Na \rightarrow NaOH$

c) $Na_2CO_3 \rightarrow Na_2SiO_3 \rightarrow NaCl \rightarrow Na_2SO_4$

§ 19. Metales del subgrupo principal del II grupo

651. ¿Qué tienen de común los átomos de los metales del subgrupo principal del II grupo del sistema de elementos de Mendeléiev D. I., en la estructura de las capas electrónicas exteriores?

652. Dibújense los esquemas electrónicos de la estructura de los átomos e iones de magnesio, calcio, estroncio. ¿Cuál es la semejanza y diferencia entre ellos?

653. Escríbanse las ecuaciones de tres reacciones, en las cuales los átomos de magnesio y calcio se transforman en iones e indíquense las condiciones de estas transformaciones.

654. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones, con ayuda de las cuales se pueden realizar las transformaciones siguientes:

a) $Ca \begin{cases} \rightarrow CaO \rightarrow Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 \rightarrow CaO \\ \rightarrow Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 \rightarrow Ca(HCO_3)_2 \rightarrow CaCO_3 \rightarrow CaCl_2 \end{cases}$

b) $Mg \begin{cases} \rightarrow MgCl_2 \rightarrow Mg(OH)_2 \rightarrow Mg(NO_3)_2 \rightarrow MgSO_4 \\ \rightarrow MgO \rightarrow MgSO_4 \rightarrow MgCO_3 \rightarrow MgO \end{cases}$

655. El calcio es un metal ligero y bastante duro, sin embargo, no se emplea en la construcción de aviones. ¿Por qué?

656. La aleación «electrón» marca MJI-3 (ML-3), que se emplea en la industria aeronáutica como un material ligero y duro contiene el 3% de aluminio, 1% de zinc, 0,3% de manganeso y 95,7% de magnesio. ¿Qué sales y en qué cantidad se forman si se disuelven 10 g de esta aleación en ácido clorhídrico en exceso?

657. Cuando se quema en oxígeno la aleación «electrón» se forman los óxidos de los metales: Mg, Zn, Al, Mn. Escríbanse las ecuaciones de la formación de estos óxidos.

658. La cal viva CaO se obtiene calcinando la caliza en hornos especiales. ¿Cuánta caliza que contiene el 90%

de carbonato de calcio se requiere para la obtención de 100 t de cal viva?

659. En la calera, bajo la acción de una elevada temperatura, tuvo lugar un requemado, como resultado del cual el óxido de calcio se aleó con el sílice, la alúmina Al_2O_3 y el óxido férrico. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones que tuvieron lugar.

660. La productividad de una calera de cuba es de 200 t de cal diarias. ¿Cuánta caliza que contiene el 10% de impurezas se requiere para el trabajo continuo de cinco hornos iguales a éste, durante un día?

661. Para apagar la cal por causas técnicas se necesita 3 veces más agua que por el cálculo estequiométrico. ¿Qué cantidad de agua es necesario utilizar para apagar 5,6 t de cal viva? ¿Cuánta cal apagada (cal hidratada) se formará en este caso?

662. Cuando la cal se apaga a cal hidratada, es necesario coger el 70% de agua con relación al peso de la cal viva. Calcúlese, si corresponde esta cantidad, a la que se necesita según la ecuación de la reacción.

663. Al apagar la cal viva la masa aumentó el 30%. ¿Entró toda la cal en reacción con el agua?

664. ¿Qué significa «agua de cal», «leche de cal», «pasta de cal», «requemado», «poco quemado»?

665. Los óxidos de calcio y zinc se emplean en la construcción. Ambos se parecen por su aspecto exterior. ¿Qué reacciones hay que hacer para distinguir estos óxidos?

666. Cuando se calienta fuertemente el yeso $CaSO_4 \times \times 2H_2O$, el sulfato de calcio, que entra en su composición, se descompone en óxido cálcico y trióxido de azufre. Calcúlese, cuánto yeso hay que coger para la obtención de 16 t de trióxido de azufre.

667. Cuando se calienta el yeso tiene lugar una reacción, como resultado de la cual se forman agua y yeso hemihidratado (yeso cocido) $CaSO_4 \cdot {}^1/_2 H_2O$. Determínese, qué cantidad de agua se evaporará durante la obtención de 20 t de yeso hemihidratado.

668. Para la preparación de material aglutinante a partir del yeso hemihidratado (alabastro), a éste se le añade agua, como resultado de lo cual el yeso se transforma de nuevo en dihidrato. Escríbase la ecuación de la reacción que tiene lugar y calcúlese el consumo de agua para 1 t de yeso hemihidratado.

669. Para apiñar el yeso de construcción (alabastro) se le añade agua en una cantidad del 50 . . . 70% con relación a la masa tomada. El exceso de agua disminuye la solidez del material aglutinante. ¿Cuánto agua se necesita para apiñar 5 t de alabastro?

670. Calcúlese el contenido de yeso hemihidratado en el alabastro, si la muestra pesada de él, antes de verter el agua, tenía una masa de 2 g, y después de verterla y secarla, de 2,282 g.

671. Determínese el consumo práctico de materia prima para la obtención de 100 t de yeso hemihidratado (alabastro), si el contenido medio de impurezas en la piedra de yeso es de 19%, la humedad de 1% y las pérdidas de producción del 2%.

672. ¿Cómo obtener no menos de cinco nuevas sustancias, si disponemos sólo de carbonato de calcio y agua? Escríbanse las ecuaciones de las reacciones correspondientes.

673. En el almacén de materiales de construcción se encuentran tiza, alabastro y cal viva. ¿Qué experimentos proponen para la identificación de cada sustancia?

674. El procoso de «apiñado» del cemento Sorel está basado en la hidratación del óxido de magnesio con una solución acuosa de cloruro magnésico. Escríbase la ecuación de la reacción y calcúlese, qué cantidad de agua se necesitará para la hidratación de 8 t de óxido de magnesio que entra en la composición del cemento.

675. Durante la calcinación de la magnesita $MgCO_3$ su masa disminuye, aproximadamente, 2 veces, a consecuencia del desprendimiento del dióxido de carbono. ¿Corresponden estos datos a los calculados?

676. La magnesita cáustica que se emplea para la preparación de materiales aglutinantes magnesianos se obtiene de la magnesita mediante la calcinación. Calcúlese, qué cantidad de magnesita cáustica y qué volumen (en condiciones normales) de dióxido de carbono se forman durante la descomposición de 46,6 t de magnesita, que contiene el 10% de impurezas no carbonatadas.

677. El sulfato de bario se emplea en la construcción para la preparación del estucado de protección contra los rayos X. ¿Qué reactivos podemos usar para la obtención de esta sal?

678. Durante la acción del ácido nítrico en exceso

sobre 4 g de dolomita $MgCO_3 \cdot CaCO_3$ que se emplea en la metalurgía y para la fabricación de materiales aglutinantes se desprendió 0,8 l de dióxido de carbono (en condiciones normales). ¿Cuántas impurezas no carbonatadas contiene la dolomita?

679. ¿Cómo distinguir el agua destilada de la natural?

680. Mediante un análisis se ha establecido que en 1 l de agua hay 1,62 g de hidrocarbonato de calcio. ¿Qué cantidad de solución de carbonato de sodio al 20% se necesita para eliminar la dureza de este agua?

681. Al agua cruda, que contiene hidrocarbonato de calcio, se le agregó una solución de cal apagada. ¿Qué sucedió? Escríbase la ecuación de la reacción en forma molecular e iónica.

682. En el agua se contienen 120 mg/l de hidrocarbonato de calcio y 200 mg/l de sulfato de calcio. ¿Cuánta sosa calcinada se necesitará para la suavización de 2 m^3 de tal agua?

683. Para la suavización del agua que se suministra a las calderas de vapor se le agrega, en calidad de antiincrustante, 5 g de fosfato sódico y 1 g de hidróxido de sodio para cada 20 mg de iones calcio que se contienen en 1 l de agua. ¿Qué cantidad de sustancias indicadas se necesita para la suavización de 1 t de agua que contiene 60 mg de iones calcio en 1 l?

684. ¿Cuánta sosa calcinada hay que añadir a 20 m^3 de agua, para eliminar su dureza que es igual a 96 mg/l de iones calcio?

685. En 1 l de agua hay 60 mg de iones calcio y 12 mg de iones magnesio. ¿Cuánta sosa hay que coger para eliminar la dureza en 50 m^3 de tal agua?

686. En el laboratorio de una central termoeléctrica para determinar la dureza del agua que contiene hidrocarbonato de calcio se consumieron en la titulación de 100 ml de la misma 0,73 g de una solución de ácido clorhídrico al 5%. ¿Cuál es la dureza del agua?

687. En la industria, para la suavización del agua cruda, se emplean resinas de intercambio iónico (ionitos). Tomando condicionalmente la fórmula del cationito RH_2 y la del anionito ROH, escríbanse las ecuaciones de las reacciones que tienen lugar cuando se hace pasar a través de los ionitos agua que contiene hidrocarbonatos de calcio y magnesio.

688. Si se hace pasar a través de los cationitos en forma H 100 m^3 de agua cruda, que contiene hidrocarbonato de calcio, la masa del cationito aumenta en 5,7 kg. Determínese la dureza de este agua.

689. ¿Cuáles de las sustancias enumeradas a continuación se pueden emplear para la eliminación de la dureza del agua que contiene hidrocarbonato de calcio: a) la potasa; b) el ácido nítrico; c) el hidróxido de potasio; d) el cloruro de bario? Dése una respuesta argumentada y escríbanse las ecuaciones de las reacciones correspondientes.

690. ¿Cuántos gramos de ácido nítrico al 10% se consumen para disolver 18,4 g de dolomita?

691. ¿Qué volumen (en condiciones normales) de dióxido de carbono se forma en la descomposición completa de 10 t de dolomita que contiene el 8% de impurezas?

692. El gas acetileno C_2H_2 que se emplea para la soldadura y el corte autógenos de metales se obtiene por acción del agua sobre el carburo de calcio CaC_2. Escríbase la ecuación de la reacción y calcúlese, cuántas impurezas contenía el carburo de calcio, si de 200 g del mismo fueron obtenidos los 67,2 l de acetileno (en condiciones normales).

693. Para determinar la utilidad de la cal como material de construcción, 20 g de ella se trataron con un exceso de ácido clorhídrico, desprendiéndose de esta manera 560 ml de dióxido de carbono (medido en condiciones normales). ¿Qué porcentaje de cal se contiene en la muestra investigada?

694. La creta es, prácticamente, insoluble en el agua. ¿Por qué el agua que corre por los yacimientos de creta posee una dureza elevada?

695. El sulfato magnésico que se emplea para el revestimiento electrolítico de los estereotipos se obtiene por acción del ácido sulfúrico sobre el mineral magnesita. ¿Cuánto sulfato magnésico se forma en la reacción de 50 kg de ácido sulfúrico y 42 kg de magnesita, si condicionalmente el mineral contiene sólo carbonato magnésico?

696. ¿Qué fenómenos se observarán, si a una solución de hidrocarbonato de calcio se vierte: a) ácido clorhídrico en exceso; b) una solución de sosa Na_2CO_3 en exceso; c) agua de cal; d) ácido nítrico en exceso; e) hidróxido

de bario? Escríbanse las ecuaciones iónicas de las reacciones correspondientes.

697. ¿En qué propiedad del sulfato de bario se basa el empleo del mismo en la medicina para la radioscopia del estómago?

698. Para determinar el contenido de óxido de calcio en la cal de construcción, 1 g de la misma se disuelve en agua y la solución se neutraliza con ácido clorhídrico. Determínese el contenido de óxido de calcio en la muestra de cal tomada, si para su neutralización se gastaron 22 g de solución de ácido clorhídrico al 5%?

699. Para la encaladura del suelo se consumen 3t de cal apagada por ha. ¿Cuánta caliza que contiene el 20% de impurezas se necesita calcinar para obtener la cal requerida en la encaladura de 20 ha de terreno?

700. ¿Qué volumen de agua se necesita para apagar 7 t de cal que contiene el 80% de óxido de calcio?

701. Cuando los metales activos actúan sobre el agua, se desprende hidrógeno. ¿De qué metal hace falta coger más, en peso, de calcio o sodio, para obtener 1 l de hidrógeno por este método?

§ 20. Aluminio

702. Dibújense los esquemas electrónicos de la estructura del átomo y del ion de aluminio.

703. ¿Qué propiedades del aluminio se emplean en la electrotecnia, industria de aviación, construcción de tractores, metalurgía, industria alimenticia?

704. ¿Cómo distinguir una pieza fabricada de aleación de aluminio de una pieza de acero? ¿Qué experimentos químicos se pueden proponer para identificarlas?

705. ¿Cómo influye sobre la conductibilidad de la corriente una capa de óxido en el aluminio?

706. ¿Por qué para la fabricación del cable eléctrico se emplea el aluminio puro y no sus aleaciones?

707. ¿Por qué para soldar el aluminio no se emplea la aleación de plomo y estaño, sino que se utilizan aleaciones especiales?

708. Para soldar los artículos de aluminio se emplea la aleación marca AJI-2 (AL-2) que consta de 13% de Si y 87% de Al. ¿Cómo demostrar la presencia de aluminio en esta aleación?

709. Pónganse tres ejemplos de reacción del aluminio con sustancias simples y tres ejemplos de reacción con sustancias complejas. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones y explíquense éstas, basándose en la teoría electrónica de la estructura de la sustancia.

710. Durante la disolución completa de la muestra pesada de 1,8 g de aluminio técnico en exceso de una solución de hidróxido de sodio se desprendieron 2,14 l de gas (en condiciones normales). ¿Qué por ciento de impurezas contenía esta muestra de aluminio?

711. La mezcla de polvo de aluminio con óxido ferroso-férrico Fe_3O_4 se denomina termita. Escríbase la ecuación de la reacción de combustión de la termita y calcúlese, cuánto hierro se forma, si entraron en reacción 5,4 kg de aluminio?

712. ¿Cuánta termita se necesitará para la soldadura de una pieza de acero, si el volumen de la cavidad es de 50 cm^3, y la densidad del acero es de 7,86 g/cm^3?

713. ¿Cuánto aluminio se requiere para la reducción de 11,2 kg de hierro a partir del óxido férrico por el método de aluminotermia?

714. El efecto térmico de la reacción de combustión de la termita es de 3238,4 kJ. ¿Cuánto calor se desprenderá durante la combustión de 1 kg de termita?

715. La mezcla de limaduras de cobre y aluminio de 1,87 g de masa se trató con exceso de ácido clorhídrico, obteniéndose 336 ml de gas (en condiciones normales). Determínese la composición de la mezcla en por ciento.

716. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones, con ayuda de las cuales se puedan realizar las transformaciones siguientes: $Al \rightarrow Al_2O_3 \rightarrow AlCl_3 \rightarrow Al(OH)_3 \rightarrow$ $\rightarrow Al_2O_3 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 \rightarrow Al(OH)_3 \rightarrow NaH_2AlO_3 \rightarrow Al(OH)_3$.

717. El bronce de aluminio que se emplea en la construcción de maquinaria contiene 11% de aluminio, y representa una solución sólida de aluminio en cobre. ¿Cuánto ácido nítrico al 30% se necesitará para disolver 1 g de este bronce?

718. ¿Qué propiedades químicas manifiesta el hidróxido de aluminio? Escríbanse las ecuaciones moleculares e iónicas de las reacciones del hidróxido de aluminio: a) con un ácido; b) con un álcali.

719. La mezcla constituida por polvo de aluminio y nitrato de amonio (amonal) se emplea como explosivo.

Escríbase la ecuación de la reacción que tiene lugar en la explosión del amonal, si los productos de la reacción son el nitrógeno, el óxido de aluminio y el agua.

720. ¿Por qué no se puede apiñar la cal viva o guardar la cal apagada en embalaje de aluminio? Dése una respuesta argumentada y escríbase la ecuación de la reacción correspondiente.

721. En la composición de la imprimación de alumbre que se emplea en los trabajos de pintura entran el sulfato alumínico potásico, la tiza, el jabón de lavar, la cola y el aceite cocido. ¿Cómo demostrar que en esta imprimación están presentes el ion aluminio, el ion potasio, el ion sulfato y la tiza? Escríbanse las ecuaciones de las reacciones.

722. El cloruro de aluminio se utiliza ampliamente como catalizador de muchas reacciones químicas. Se obtiene por acción directa del cloro sobre el aluminio. ¿Qué volumen de cloro (en condiciones normales) entra en reacción con 5,4 kg de aluminio y cuánta sal se forma, si su rendimiento es de 98%?

723. El sulfato de aluminio se emplea en la producción de papel de escribir. En la industria se obtiene por acción del ácido sulfúrico caliente sobre la alúmina Al_2O_3 o sobre la arcilla pura (caolín). Escríbase la ecuación de la reacción y calcúlese, cuánta alúmina y ácido sulfúrico (ρ = = 1,200 g/cm^3) se requieren para la obtención de 34,2 t de sulfato de aluminio.

724. En el agua se disolvieron 6,86 g de hidrato cristalizado de sulfato de aluminio y se les agregaron 10 cm^3 de una solución de hidróxido de sodio al 10% (ρ = = 1,109 g/cm^3). ¿Qué sustancias y en qué cantidad se encontrarán en la solución y precipitado después de la reacción?

725. ¿Cuál es la composición porcentual de la mezcla de cobre y aluminio, si al tratar 10 g de la misma con ácido clorhídrico en exceso se obtuvieron 5,6 l (en condiciones normales) de hidrógeno?

726. ¿En qué propiedad del óxido de aluminio está basado su empleo como material abrasivo?

727. ¿De qué reacciones podemos valernos para diferenciar la alúmina Al_2O_3 de la cal viva CaO?

728. La mezcla de limadura de dos metales, aluminio y hierro, de 10 g de masa, fue tratada con 100 g de solu-

ción de hidróxido de sodio al 8%, lo que produjo la disolución total del aluminio. Determínese la composición de la mezcla.

729. Bajo la acción del aluminio sobre el sulfato cúprico se desprendieron 6,4 g de cobre. ¿Cuánto aluminio entró en la reacción?

730. Una de las aleaciones de aluminio más duras es el duraluminio, el cual está compuesto por 95% de Al, 4% de Cu, 0,5% de Mg y 0,5% de Mn. ¿Cuántos óxidos de cada metal se formarán en la combustión en oxígeno de 10 g de polvo de esta aleación?

731. Por primera vez el aluminio se obtuvo por acción del potasio sobre el cloruro de aluminio; después, para su obtención, se empleó el sodio o el magnesio. Escríbanse las reacciones de obtención del aluminio por los métodos indicados y explíquese, por qué en la actualidad estos métodos no se emplean en la industria.

§ 21. Cromo

732. Dibújese el esquema electrónico de la estructura del átomo de cromo. ¿En qué se diferencia la estructura de los átomos de los elementos de los subgrupos secundarios del sistema de D. I. Mendeléiev, de la estructura de los átomos de los subgrupos principales?

733. La red cristalina del cromo es igual a la de los metales alcalinos. ¿Cómo explicar la diferencia de dureza de estos metales?

734. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones en las que los átomos de cromo se transforman: a) en ion cromoso; b) en ion crómico.

735. Escríbanse las formulas de los óxidos de cromo en los que el grado de oxidación del cromo es de +2, +3, +6 e indíquense sus propiedades.

736. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones del óxido crómico con los ácidos clorhídrico, sulfúrico y nítrico.

737. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones que caractericen las propiedades anfóteras del hidróxido crómico.

738. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones de obtención de los hidróxidos de cromo (II y III) a partir de las sales correspondientes de cromo.

739. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones con ayuda de las cuales se pueden demostrar las propiedades anfóteras del hidróxido crómico.

740. En la industria el cromo se obtiene por el método de aluminotermia. ¿Cuánto aluminio se necesitará para la obtención de 5,2 t de cromo del óxido crómico, si las pérdidas de producción son de 12%?

741. El óxido crómico que se emplea ampliamente para el pulido de las superficies metálicas y del granito, se obtiene en la industria por calcinación de las sales del ácido crómico o dicrómico con carbón, por ejemplo: $K_2Cr_2O_7 + C \rightarrow Cr_2O_3 + K_2CO_3 + CO$. Pónganse los coeficientes y calcúlese por la ecuación de la reacción, cuánto dicromato de potasio y carbón se necesitarán para la obtención de 30,4 kg de óxido crómico. Las pérdidas de producción son del 5%.

742. Explíquese, por qué el hidróxido cromoso es una base, y el hidróxido de cromo (VI), un ácido.

743. ¿Qué reacción presenta la solución de cloruro crómico? ¿Por qué? ¿Con qué indicador se puede determinar esto?

744. ¿Qué propiedades del cromo lo hacen un metal muy preciado para la técnica moderna?

745. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones de oxidación-reducción siguientes:

a) $Na_2S + Na_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + Na_2SO_4 + H_2O$

b) $CrCl_3 + KOH + Cl_2 \rightarrow KCl + K_2CrO_4 + H_2O$

c) $K_2Cr_2O_7 + HCl \rightarrow KCl + CrCl_3 + H_2O + Cl_2 \uparrow$

746. Exprésense en forma molecular las ecuaciones iónicas dadas:

a) $CrO_4^{2-} + H^+ \rightarrow Cr_2O_7^{2-} + H_2O$

b) $Cr_2O_7^{2-} + OH^- \rightarrow CrO_4^{2-} + H_2O$

747. La pintura roja de cromo contiene en calidad de pigmento cromato básico de plomo (II). Este pigmento se obtiene por acción del dicromato de sodio sobre los compuestos de plomo, en un medio alcalino. Escríbase la reacción de obtención de esta pintura.

748. El acero marca 35X se llama acero al cromo de bajo contenido. Este contiene 1,5% de cromo, 0,35% de hierro y carbono. ¿Cuántos moles de cromo corresponden a 1 mol de carbono en este acero?

749. El acero marca 15X se llama acero inoxidable al cromo. ¿Con qué experimentos se puede demostrar la presencia de cromo en este acero?

750. Calcúlese el rendimiento en tanto por ciento del cromo, si se sabe que de la solución que contiene 39,2 kg de sulfato crómico, durante el revestimiento electrolítico de la superficie de los moldes tipográficos estereotipados se desprendieron 9 kg de cromo.

751. El óxido e hidróxido crómico se emplean como pigmentos para las tintas verdes tipográficas y de offset. Escríbanse las reacciones de obtención de estos pigmentos a partir del sulfato crómico y calcúlese, cuánto se necesita de esta sal para la obtención de 15,2 kg de óxido crómico y 10,3 kg de hidróxido crómico.

752. El acero inoxidable contiene 12% de cromo. ¿Cuántos moles de cromo contiene una docena de cucharas hechas de este acero, si la masa de una cuchara es de 100 g?

753. En el cromado de piezas de maquinaria se consumió 1 mol de sulfato crómico. ¿Cuál será la superficie de esta pieza, si el grosor de la capa de cromo en ella es igual a 0,05 mm? ($\rho Cr = 7{,}200$ g/cm^3.)

754. ¿Qué cantidad de solución de sulfato crómico al 10% se necesitará para el cromado de piezas, cuya área total de la superficie es de 8000 cm^2, con un grosor del recubrimiento crómico de 0,03 mm? ($\rho Cr = 7{,}200$ g/cm^3.)

755. La aleación de hierro con cromo (ferrocromo) que se usa ampliamente en la metalurgia se obtiene de la cromita $FeO \cdot Cr_2O_3$. ¿Cuánta cromita que contiene el 20% de impurezas se necesitará para la obtención de 80 t de aleación que contenga el 65% de cromo?

756. ¿Cuánto cromo se puede obtener de 1 t de cromita que contiene el 40% de $FeO \cdot Cr_2O_3$, si el rendimiento del cromo constituye el 90% del teórico?

757. De 1 t de cromita $FeO \cdot Cr_2O_3$ se formaron, al fundirse, 240 kg de aleación de hierro con cromo (ferrocromo) que contiene el 65% de cromo. Calcúlese el porcentaje de impurezas en el mineral.

758. Con ayuda de qué reacciones se pueden realizar las transformaciones:

$$KCr(SO_4)_2 \rightarrow Cr(OH)_3 \rightarrow CrCl_3 \rightarrow Cr \rightarrow CrCl_2 \rightarrow CrCl_3$$
$$Cr(OH)_3 \rightarrow NaH_2CrO_3$$

Escríbanse las ecuaciones de las reacciones y nómbrense las sustancias formadas.

759. ¿En qué se parecen el óxido e hidróxido crómico al óxido e hidróxido de aluminio? ¿Cómo se puede explicar esto?

§ 22. Hierro

760. Trácense los esquemas electrónicos de la estructura del átomo e iones de hierro.

761. ¿Qué propiedades del hierro se emplean en la construcción de maquinaria, transporte y en el uso corriente?

762. ¿Qué propiedades del hierro lo hacen un metal imprescindible en la electrotecnia?

763. ¿Qué modificaciones alotrópicas del hierro existen y en qué se diferencian unas de otras por la estructura y propiedades?

764. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones químicas del hierro con el oxígeno, azufre, cloro, agua, con las soluciones de los ácidos sulfúrico y clorhídrico, con el sulfato de cobre y explíquese su mecanismo, basándose en la teoría de la estructura electrónica de la sustancia.

765. Para el cobreado de un alambre de acero, a éste se le hace pasar por una solución de sulfato cúprico. Escríbase la ecuación de la reacción que tiene lugar y calcúlese, cuánta solución de sulfato cúprico al 20% se necesitará para el cobreado de un alambre de acero, si con la solución reaccionaron 5,6 t de hierro.

766. La caparrosa verde $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ se obtiene en la industria por acción de una solución de ácido sulfúrico sobre chatarra de hierro. Calcúlese, qué volumen de ácido sulfúrico ($\rho = 1{,}340$ g/cm^3) se necesitará para la transformación de 112 kg de hierro en caparrosa verde.

767. En el laboratorio hay cloruro férrico (III), pero para los experimentos se necesita la sal de nitrato férrico. ¿Cómo obtener la sal necesaria? Escríbase la ecuación de la reacción.

768. Se tiene óxido ferroso (II). ¿Cómo obtener de él hidróxido férrico (III)? Escríbase la ecuación de la reacción correspondiente.

769. ¿Cómo obtener, partiendo del óxido férrico: a) cloruro férrico; b) nitrato férrico; c) hidróxido férrico?

Escríbanse las ecuaciones de las reacciones correspondientes.

770. ¿Cuánto ácido clorhídrico al 20% se necesita para limpiar de la herrumbre una pieza de hierro, si la masa de ésta es 21,4 g? [Considérese que la herrumbre está compuesta solamente de hidróxido férrico (III).]

771. ¿Cuánto óxido férrico se forma al calentar con álcali en exceso 200 g de una solución de cloruro férrico al 10%?

772. En la composición del pigmento de la pintura «momia» entra el óxido obtenido por calcinación del sulfato férrico. Escríbase la ecuación de esta reacción (el estado de oxidación de los elementos en el proceso de la reacción no se altera).

773. ¿Cómo diferenciar el óxido férrico del hidróxido férrico? Escríbase la ecuación de la reacción correspondiente.

774. En la reacción del sulfato ferroso (II) con los ácidos nítrico y sulfúrico se forman sulfato férrico, óxido nítrico (II) y agua. Escríbase la ecuación de esta reacción y calcúlese, cuánto sulfato ferroso (II) entró en reacción, si se formó 0,56 l (en condiciones normales) de óxido nítrico.

775. ¿Qué volumen de una solución de hidróxido sódico que contiene 0,04 g de éste en 1 ml se necesita para reaccionar completamente con 1,35 g de hidrato cristalizado de cloruro férrico $FeCl_3 \cdot 6H_2O$?

776. El agua natural contiene a menudo hidrocarbonato ferroso, el cual, por acción del oxígeno del aire y agua, se transforma en hidróxido férrico y dióxido de carbono. Escríbase la ecuación de esta reacción y explíquese su mecanismo, basándose en la teoría de la estructura electrónica de la sustancia.

777. El óxido férrico forma parte de algunas variedades de tiza natural. En la tiza clase A' el contenido de óxido férrico no debe ser mayor de 0,1%. ¿Qué experimento se puede proponer para determinar el contenido cualitativo y cuantitativo de hierro en la tiza? Escríbanse las ecuaciones de las reacciones correspondientes.

778. Para la reducción de 8 g de uno de los óxidos de hierro se consumieron 3,36 l de monóxido de carbono (en condiciones normales). Hállese la fórmula de este óxido de hierro.

779. Para determinar el porcentaje de hierro en una lámina, su muestra pesada de 7,2 g se trató con exceso de ácido clorhídrico. Como resultado, se desprendieron 2,8 l de gas (en condiciones normales). ¿Qué porcentaje de hierro se contiene en tal lámina? ¿Cuánto ácido clorhídrico al 20% (en ml) entró en reacción?

780. El cloruro férrico que se emplea para el ataque químico de moldes de cobre de impresión en hueco y de placas impresas de esquemas de radio se obtiene mediante la oxidación del cloruro ferroso con cloro. Escríbase la ecuación de esta reacción y calcúlese, qué volumen de cloro (en condiciones normales) se necesita para la obtención de 3,25 kg de cloruro ferroso, si el rendimiento del producto es de 80%.

781. Con ayuda de qué reacciones se pueden realizar las transformaciones:

$$Fe \rightarrow FeCl_2 \rightarrow FeCl_3 \rightarrow Fe(OH)_3 \rightarrow Fe_2O_3 \rightarrow Fe \rightarrow Fe(NO_3)_3$$

$$FeCl_2 \rightarrow Fe(OH)_2 \rightarrow Fe(OH)_3 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3$$

Escríbanse las ecuaciones de las reacciones correspondientes.

782. En la reacción del cloruro férrico con el hidróxido potásico se formó un precipitado con una masa de 21,4 g. ¿Cuántos moles de cada sustancia inicial entraron en reacción?

783. ¿Cuánto azul Berlín, que se emplea como pigmento azul para la preparación de pinturas, se forma en la reacción de 0,5 moles de cloruro férrico con un exceso de prusiato amarillo de potasio $K_4[Fe(CN)_6]$?

784. ¿Cuántos litros de monóxido de carbono (en condiciones normales) entraron en reacción con el óxido de hierro (II y III), si se formaron 16,8 g de hierro puro?

785. A 200 g de una solución de sulfato férrico al 10% se añadieron 400 g de una solución de hidróxido potásico al 10%. El precipitado fue filtrado. ¿Qué iones contiene el filtrado y cuál es su coloración?

786. En la madera aserrada a veces aparecen manchas condicionadas por la presencia en ella del cloruro férrico y del sulfato férrico. ¿Cómo demostrar que estas manchas son producidas por las sales de hierro y no por hongos putrefactivos?

787. ¿Qué aleaciones importantes de hierro conocen, y dónde se emplean?

788. ¿Cuántos litros de dióxido de carbono se forman si quemamos en oxígeno 5 g de polvo de hierro colado que contiene el 2% de carbono?

789. En la combustión de 10 g de acero se formaron 0,43 g de dióxido de silicio. Determínese el porcentaje de silicio en la muestra dada de acero.

790. En la composición del arrabio ferrosilicio entran el 2% de carbono, el 15% de silicio, el 3% de manganeso y el 0,2% de fósforo. ¿Qué óxidos se forman en la combustión de este arrabio en oxígeno? Escríbanse las ecuaciones de las reacciones.

791. ¿Qué cantidad de solución de hidróxido sódico al 10% se necesita para una reacción con el dióxido de azufre obtenido en la combustión en oxígeno de 10 g de hierro colado que contiene 0,2% de azufre?

792. Las ferritas representan materiales magnéticos no metálicos, cuya composición es $MnFe_2O_4$, $NiFe_2O_4$, $ZnFe_2O_4$. El ferrito de zinc se obtiene fundiendo el óxido de zinc con el óxido férrico. Escríbase la ecuación de esta reacción y calcúlese, cuántas sustancias iniciales hay que coger para obtener 24,1 kg de ferrito de zinc.

793. En la combustión de ferromanganeso, que contiene 7% de carbono, 2% de silicio, 80% de manganeso, 0,5% de fósforo, 10,5% de hierro, se forman los óxidos de los elementos enumerados. ¿Cómo separar de la mezcla de los óxidos obtenidos el dióxido de carbono y el pentóxido de fósforo?

794. El proceso de adsorción del carbono por una capa superficial de acero se denomina cementación. Ésta se realiza en instalaciones especiales, carburadores con temperaturas elevadas, empleando como fuente de carbono carbón y algunos carbonatos ($BaCO_3$, $CaCO_3$, Na_2CO_3, K_2CO_3). Escríbanse las ecuaciones de las reacciones que tienen lugar e indíquese, con qué fin se realiza la cementación de las piezas de acero.

795. ¿Qué propiedades les da a las piezas de acero la saturación de su superficie con: a) aluminio (calorización); b) cromo (cromado); c) silicio (recubrimiento con silicio); d) nitrógeno (nitruración)?

796. Se dan tres láminas metálicas, una de acero, otra de zinc y la tercera de aluminio, de iguales dimensiones. ¿Cómo diferenciarlas?

§ 23. Métodos generales de obtención de los metales. Metalurgia de metales ferrosos y no ferrosos

797. La mayor parte de los metales se encuentran en la naturaleza en forma de combinaciones con el oxígeno, azufre y otros elementos. Escríbanse las fórmulas de las combinaciones: a) de cobre (I), plomo(II), zinc, mercurio(II) con el azufre; b) de hierro, aluminio, manganeso(IV) con el oxígeno. Nómbrense estas combinaciones.

798. ¿Cuáles de los compuestos naturales son más ricos en zinc: la calamina $ZnCO_3$ o la blenda de zinc ZnS? Confírmese la respuesta con el cálculo.

799. Nómbrense los minerales de los metales ferrosos y no ferrosos que conocen.

800. Explíquense, basándose en la teoría de la estructura electrónica de la sustancia, las conversiones de los compuestos naturales de los metales, en metales libres. Póngase un ejemplo concreto de tal conversión.

801. ¿Qué métodos de obtención de los metales en la industria conocen?

802. Pónganse ejemplos y escríbanse las ecuaciones de las reacciones de reducción de los metales a partir de sus óxidos con: a) hidrógeno; b) carbono; c) monóxido de carbono(II); d) aluminio.

803. En la industria el plomo se obtiene del mineral de plomo, denominado galena (PbS). Escríbanse las ecuaciones de las reacciones que tienen lugar durante la fabricación del plomo y calcúlese, cuánto coque se necesita para la obtención de 20,7 t de plomo.

804. Indíquense los métodos de obtención del zinc en la metalurgia a partir de sus compuestos naturales: a) de la blenda de cinc, ZnS; b) de la calamina, $ZnCO_3$. Exprésense mediante ecuaciones todos los procesos químicos que tienen lugar y calcúlese, cuál de los minerales es más rico en zinc.

805. El wolframio que se emplea en la producción vacuoeléctrica se obtiene de su óxido superior por reducción con el hidrógeno. ¿Qué volumen (en condiciones normales) de hidrógeno se necesita para obtener 18,4 kg de wolframio?

806. ¿Cuánto mercurio se puede obtener de 5 t de su mineral natural cinabrio, HgS, que contiene el 20% de impurezas?

807. El bario metálico que se emplea en la producción vacuoeléctrica se obtiene del óxido bárico por el procedimiento de aluminotermia. Escríbase la reacción de obtención del bario y calcúlese, cuántos productos iniciales se necesitan para obtener 13,7 kg de bario. Las pérdidas de la producción constituyen el 5%.

808. En la industria el calcio se obtiene por electrólisis del cloruro de calcio fundido. ¿Cuánto cloruro de calcio se necesita para la obtención de 8 t de calcio? ¿Qué volumen (en condiciones normales) de cloro se forma en este caso?

809. ¿Cuánto aluminio se puede obtener de 10 t de alúmina que contiene 95% de óxido de aluminio, si el rendimiento constituye el 98%?

810. ¿Cuánto aluminio se puede fundir de 13,8 t de bauxita $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$, si el rendimiento constituye el 95%?

811. Determínese el consumo de alúmina que contiene 95% de óxido de aluminio y de carbón anódico para la producción de 1 t de aluminio.

812. ¿Qué cantidad de aluminio técnico que contiene 98% de metal puro se necesita para la reducción del manganeso de 1 t de pirolusita, que contiene 87% de dióxido de manganeso?

813. En la reacción del aluminio con el óxido crómico(III) se obtuvo cromo con una masa 1,8 veces mayor que la masa del aluminio consumido. ¿Qué por ciento constituye del rendimiento teórico posible?

814. La reducción del óxido férrico, que se encuentra en el mineral de hierro, transcurre en los altos hornos según el esquema: $Fe_2O_3 \rightarrow Fe_3O_4 \rightarrow FeO \rightarrow Fe$. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones correspondientes, si como reductores se emplean: a) monóxido de carbono; b) coque. Indíquense las condiciones en que transcurren ambas reacciones.

815. ¿Cuánto hierro colado que contenga 94% de hierro se puede fundir de 100 t de hematites roja, si el 8% de él es roca estéril?

816. ¿Cuánta magnetita que consta en un 90% de Fe_3O_4 se necesita para la fundición de 200 t de hierro colado que contenga 93% de hierro, si el rendimiento constituye 92%?

817. Determínese la composición del gas de alto horno, si para reducir 1 t de magnetita que contiene 7,2%

de impurezas incombustibles se consumieron 768 kg de coque y 3920 m^3 de aire (las reacciones laterales no se toman en cuenta).

818. El volumen útil del alto horno es de 3500 m^3, y la relación entre el volumen útil del horno (en m^3) y la fabricación diaria del hierro colado (en t) es igual a 0,7. ¿Cuál es la productividad por veinticuatro horas del horno?

819. Calcúlese el consumo teórico del coque necesario para la reducción total del hierro a partir de 400 t de mineral que contiene 92% de óxido férrico.

820. ¿Qué volumen (en condiciones normales) de gas de alto horno se forma durante la fundición de 1 t de hierro colado, si el consumo de aire constituye 3500 m^3?

821. En el primer simestre de 1980 en la URSS se fundieron 54,7 millones de t de hierro colado. Considerando el contenido de hierro en el hierro colado igual a 95%, calcúlese, cuánto mineral de hierro que contiene 88% de óxido férrico se necesitó para obtener esta cantidad de hierro colado.

822. ¿Cuánta pirolusita, que contiene 80% de MnO_2, hay que añadir a la carga de mineral para obtener 100 t de hierro colado que contenga el 8% de manganeso?

823. En la actualidad en la producción del hierro colado se comenzó a emplear el gas natural, metano. ¿Qué papel desempeña el metano en dicho proceso? Escríbanse las ecuaciones de las reacciones correspondientes.

824. ¿Se puede suponer que en el futuro el metano reemplazca por completo al coque en la fabricación de hierro en altos hornos? Demuéstrese la respuesta mediante ecuaciones.

825. Enumérense los factores que aceleran las reacciones químicas que transcurren en los altos hornos.

826. Durante la combustión de 5 g de polvo de metal ferroso en oxígeno se formó 0,2 l de dióxido de carbono (medido en condiciones normales). Determínese, qué se quemó, el polvo de hierro colado o el acero.

827. ¿Qué perfeccionamientos se introducen en la producción del hierro colado y acero para aumentar el rendimiento del proceso y reducir el costo del producto?

828. ¿Qué marcas de acero conocen, en qué se diferen-

cian por su composición y propiedades, y dónde se emplean?

829. ¿Qué sustancias de aleación conocen y con qué fin las incluyen en el acero?

830. ¿Cuál es la diferencia en la composición y cualidades del acero y el hierro colado?

831. Nómbrense los métodos que conozcan de transformación del hierro colado en acero.

832. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones que tienen lugar en el convertidor a oxígeno durante la transformación del hierro colado en acero.

833. Calcúlese la producción diaria de acero obtenido de 1 m^2 de solera del horno de Siemens-Martin, si el área de la solera del horno es de 70 m^2, la masa del acero obtenido de una colada es de 250 t y la duración de la fundición es de 6 horas.

834. El acero al manganeso, que posee alta resistencia al golpe y al desgaste, se emplea para la fabricación de orugas de tractores, trituradoras de piedras, rieles y demás. Su composición incluye hasta un 12% de manganeso. ¿Cuánto ferromanganeso con un contenido de 40% de manganeso se necesita para la producción de 10 t de tal acero?

835. Un pedazo de acero fue quemado en oxígeno. La mezcla obtenida de los óxidos se trató con ácido clorhídrico y después, con ácido fluorhídrico. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones posibles y nómbrense las sustancias formadas.

836. ¿Qué ventajas presenta la producción de acero por métodos con convertidor a oxígeno y de fusión del acero al horno eléctrico?

837. ¿Qué tipos conocen de hornos eléctricos, empleados para la fabricación de aceros de calidad? ¿Cuál es su diferencia?

Problemas experimentales

838. En tres tubos de ensayo se contienen soluciones de nitratos potásico, cálcico y de aluminio. Determínese cada sustancia.

839. Se dan las soluciones de los cloruros de sodio, magnesio y zinc. Determínese cada sustancia.

840. Se tienen las soluciones de los sulfatos cúprico, crómico, férrico. Identifíquese cada sustancia.

841. Demuéstrese que la sal dada es cloruro de cobre(II).

842. Demuéstrese que la muestra dada de nitrato potásico contiene impurezas de sulfato potásico.

843. Demuéstrese que la muestra dada de vitriolo azul contiene impurezas de sulfato férrico.

844. Obténgase por medio de la reacción de intercambio el hidróxido de aluminio, y demuéstrese que es anfótero.

845. Obténgase por medio de la reacción de intercambio el hidróxido de zinc, y demuéstrese que es anfótero.

846. Obténgase por medio de la reacción de intercambio el hidróxido crómico, y demuéstrese que es anfótero.

847. Partiendo del aluminio obténgase aluminato sódico.

848. Partiendo del cloruro férrico obténgase óxido férrico.

849. Partiendo del sulfato cúprico obténgase óxido cúprico.

850. Demuéstrese que el cloruro cúprico está compuesto por cobre y cloro.

851. Demuéstrese que la muestra dada de cloruro potásico contiene impurezas de cloruro de bario.

852. Partiendo del dicromato potásico obténgase: a) cromato de potasio; b) trióxido de cromo.

853. Por procedimientos químicos elimínese la herrumbre de la superficie de una tuerca de hierro.

854. Por procedimientos químicos límpiese la superficie de una moneda de cobre.

855. Se dan las aleaciones siguientes: fácilmente fusible ($^2/_3$ Sn y $^1/_3$ Pb), duraluminio, acero. Determínese cada aleación.

856. Demuéstrese que la muestra dada de agua contiene sustancias que le atribuyen dureza permanente.

Capítulo 6

GENERALIZACIÓN DE MATERIALES DEL CURSO DE QUÍMICA INORGÁNICA

857. Uno de los elementos situados en el cuarto grupo del sistema periódico de D. I. Mendeléiev se usa en la técnica electrónica en estado puro, mientras que su óxido superior se emplea como material de construcción. Nómbrese este elemento y descríbanse sus propiedades.

858. Indíquense dos metales situados en un mismo período y grupo del sistema de los elementos de D. I. Mendeléiev, si se sabe que el primer metal forma solamente un tipo de cloruro, y el segundo, dos, en uno de los cuales manifiesta un grado de oxidación mayor que el que se deduce de su posición en el sistema periódico. Este cloruro contiene 52,6% de cloro.

859. Escríbanse las fórmulas de los compuestos no metálicos de hidrógeno del III período del sistema periódico de D. I. Mendeléiev y explíquese el cambio de sus propiedades en función de la carga y el radio de sus iones.

860. Un metal que se emplea ampliamente en la electrotecnia fue disuelto en ácido nítrico. La sal que se formó fue calcinada y se obtuvo un polvo de color negro. Nómbrese este metal, escríbanse las ecuaciones de todas las reacciones que tienen lugar y explíquese su mecanismo, basándose en la teoría de la estructura electrónica de la sustancia.

861. ¿Por qué los electrodos para el arco eléctrico, formado en el hidrógeno elemental, no se pueden hacer de platino?

862. Durante un calentamiento prolongado de 10 g de polvo de aleación de zinc con cadmio en una solución

alcalina, se obtuvieron 2,124 l de hidrógeno (medido en condiciones normales). Determínese la composición de la aleación, expresándola en tanto por ciento.

863. El óxido de zinc empleado como relleno en la producción de papel electrográfico se obtiene calcinando la blenda. ¿Cuánto óxido se puede obtener de 4 t de blenda que contiene 48,5% de sulfuro de zinc?

864. En la composición de una solución blanqueadora para un retoque químico entran el sulfáto cúprico y el bromuro potásico. ¿Con qué reactivos se puede identificar la presencia de estas sales en la solución?

865. Para la obtención de hidrocarbonato de sodio que se usa en la producción de papel se emplea el dióxido de carbono que se desprende al calentar la dolomita, $CaCO_3 \times \times MgCO_3$. ¿Cuánto hidrocarbonato sódico se forma, si el dióxido de carbono obtenido en la descomposición de 18,4 t de dolomita fue absorbido por una solución que contiene 20 t de carbonato sódico?

866. La estabilidad de tirada de las formas de texto puede ser elevada por medio del niquelado de la composición. ¿Cuánto níquel se desprende al niquelar una composición de moldear en líneas, si se consumieron 6,2 kg de una solución de sulfato de níquel (II) al 25%?

867. En la obtención y fusión secundaria de los metales de imprenta como fundentes, que protegen el metal contra la oxidación, se utiliza una mezcla de cloruros de zinc, sodio y potasio. ¿Cómo identificar los iones que contiene esta mezcla? Escríbanse las ecuaciones de las reacciones.

868. Para conservar la electroconductibilidad del circuito en el lugar de unión soldada de los conductores, se emplea la aleación para soldar marca ПСр70 (PSr70) que contiene 70% de Ag, 20% de Cu y 10% de Zn. ¿Qué volumen de ácido nítrico al 49% se requiere para disolver 20 g de tal aleación?

869. El dióxido de azufre, necesario para la fabricación de pasta de madera por procedimiento al sulfito, se obtiene por calcinación de piritas. ¿Qué volumen (medido en condiciones normales) de dióxido de azufre se obtiene en la calcinación de 20 t de galena, que contiene 47,8% de sulfuro de plomo (II)?

870. ¿Qué cantidad de vitriolo azul se forma cuando se disuelven 20 g de óxido cúprico en ácido sulfúrico?

871. Una aleación de cobre con aluminio de 0,5 g de masa fue tratada con una solución de hidróxido sódico en exceso. El resto de la aleación que no reaccionó con el álcali se disolvió en ácido nítrico; la solución se evaporó y la sal obtenida se calcinó y se pesó. La masa del resto resultó ser igual a 0,2 g. Determínese la composición porcentual de la aleación. Escríbanse las ecuaciones de todas las reacciones que tienen lugar.

872. En la electrólisis de una solución de cloruro de sodio se obtuvieron 15 t de hidróxido sódico que contiene el 98% de sustancia pura. ¿Qué volumen de cloro (en condiciones normales) se formó y cuánto cloruro de sodio se consumió en este proceso?

873. El cloro obtenido en la electrólisis de 5,85 g de cloruro sódico se hizo pasar a través de 20 g de una solución de yoduro sódico al 15%. ¿Qué cantidad de yodo se obtuvo?

874. ¿Será suficiente el oxígeno obtenido en la descomposición de 3,16 g de permanganato potásico para la combustión completa de 0,2 g de fósforo?

875. El ácido sulfúrico concentrado se emplea con frecuencia para el desecado de los gases. ¿Cuáles de los gases enumerados a continuación se pueden desecar por el método indicado: el nitrógeno, amoníaco, cloruro de hidrógeno, sulfuro de hidrógeno, dióxido de azufre, dióxido de carbono?

876. En la reacción entre 50 g de solución de sulfato sódico al 28,4% y 100 g de solución de cloruro de bario al 25% se obtuvo un precipitado blanco, el cual se utiliza como relleno de la pasta de papel y como pigmento blanco para las pinturas tipográficas. Calcúlese la masa del precipitado obtenido.

877. Compárese la construcción y el funcionamiento de los aparatos para la producción del ácido sulfúrico, del amoníaco y del ácido nítrico. ¿En qué se parecen por su construcción y por los procesos que tienen lugar en ellos?

878. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones químicas de obtención del ácido sulfúrico e hierro de la pirita FeS_2. Indíquense las condiciones en que se realizan estas reacciones.

879. Calcúlese el consumo diario de pirita en la fábrica de ácido sulfúrico, cuya producción es de 500 t/día de

ácido sulfúrico al 70%, si el contenido medio de FeS_2 en la pirita es de 95%, y en el cabo queda 0,5% de azufre.

880. ¿Qué perfeccionamientos se introducen en la producción de hierro colado y acero para el aumento del rendimiento del proceso y reducción del precio de coste del producto?

881. El sulfato ferroso (II) que se emplea en los trabajos de pintura se obtiene por acción del ácido sulfúrico sobre el hierro. ¿Qué cantidad de dicha sal se puede obtener al reaccionar con el hierro 50 l de ácido sulfúrico al 24,76%?

882. A un matraz con 50 g de solución de cloruro férrico (III) se le añadió un exceso de una solución acuosa de amoníaco y se calentó. El precipitado se filtró, se lavó, se secó y se pesó. Su masa resultó igual a 3,2 g. Determínese la concentración del cloruro férrico en la solución inicial en tanto por ciento.

883. ¿Cómo cambia la masa de una lámina de zinc inmersida por algún tiempo: a) en una solución de nitrato de plata; b) en una solución de sulfato cúprico? Confírmese la respuesta con cálculos.

884. El trióxido de cromo (VI) en un medio ácido reacciona con el sulfito de sodio según el esquema: $CrO_3 + Na_2SO_3 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + H_2O$. Escríbase la ecuación de la reacción y calcúlese, cuánto sulfato de cromo se forma, si reaccionaron 20 g de trióxido de cromo(VI).

885. Ajústense los coeficientes en las reacciones de oxidación-reducción:

a) $Na_2SO_3 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + MnSO_4 + H_2O$

b) $KClO_3 + HCl \rightarrow KCl + Cl_2 + H_2O$

c) $FeSO_4 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + MnSO_4 +$
$+ K_2SO_4 + H_2O$

886. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones de oxidación-reducción:

a) $SO_2 + Br_2 + H_2O \rightarrow$

b) $H_2SO_4 + C \xrightarrow{t^\circ}$

c) $HNO_3 + Ag \rightarrow$

887. La mezcla de los óxidos de magnesio y cobre (II) de 6 g de masa fue tratada con un exceso de una solución de ácido sulfúrico y se obtuvo de esta manera una mezcla

de sulfatos de magnesio y cobre de 14 g de masa. Determínese la composición de la mezcla.

888. 1,85 g de una mezcla de polvos de zinc y magnesio fue disuelta en exceso de ácido clorhídrico y se obtuvo 1,344 l de hidrógeno (en condiciones normales). Determínese la composición de la mezcla.

889. En un laboratorio hay los reactivos siguientes: calcio, cloro, agua, sulfuro de zinc. ¿Cómo, sirviéndose solamente de ellos, se puede obtener óxido de zinc, dióxido de azufre, hidrógeno, oxígeno, sulfuro de hidrógeno, ácido clorhídrico, hidróxido de calcio, cloruro de calcio, sulfito de calcio, hipoclorito cálcico, cloruro de zinc, hidróxido de zinc? Escríbanse las ecuaciones de las reacciones e indíquense las condiciones en que se efectúan.

890. Escríbanse las ecuaciones de las reacciones de obtención de no menos de cinco sustancias nuevas, teniendo a su disposición sodio, agua, trióxido de cromo y cloruro cúprico. Señálense las condiciones en que se efectúan estas reacciones.

891. Con ayuda de qué reacciones se pueden verificar las transformaciones siguientes:

a) $KCl \rightarrow KHSO_4 \rightarrow K_2SO_4 \rightarrow KNO_3 \rightarrow HNO_3 \rightarrow NO$

b) $FeCl_2 \rightarrow Fe(OH)_2 \rightarrow Fe(OH)_3 \rightarrow FeCl_3 \rightarrow FeCl_2$

c) $P \rightarrow P_2O_5 \rightarrow KH_2PO_4 \rightarrow K_2HPO_4 \rightarrow K_3PO_4 \rightarrow$
$\rightarrow Ca_3(PO_4)_2 \rightarrow Ca(H_2PO_4)_2$

Escríbanse las ecuaciones de las reacciones correspondientes.

892. Para la neutralización de una solución que contiene 7,42 g de una mezcla de hidróxidos sódico y bárico se consumieron 44,1 g de una solución de ácido nítrico al 20%. Calcúlese la composición de la mezcla de hidróxidos.

893. Al tratar con exceso de ácido clorhídrico 1.68 g de limaduras de una aleación que consta de dos sustancias simples, se desprendió 0,448 l de hidrógeno (en condiciones normales) y quedó 0,56 g de una sustancia insoluble. Al actuar sobre la misma cantidad de aleación con una solución alcalina en exceso se desprendió 0,896 l de hidrógeno y quedaron 1,12 g de residuo insoluble. Determínese la composición de la aleación.

894. En la metalurgia el grado de acidez de la escoria se mide por la relación entre la cantidad total de oxígeno

combinado de los óxidos ácidos y la cantidad de oxígeno combinado de los óxidos básicos. Calcúlese la acidez de la escoria de la composición siguiente: el 44% de dióxido de silíceo, el 34% de óxido ferroso y el 12% de óxido de calcio.

895. Enumérense los principios generales de la producción química en el ejemplo de la fabricación del ácido sulfúrico por el procedimiento de contacto.

896. En la actualidad la soldadura de los metales se realiza en una atmósfera de dióxido de carbono. ¿Qué papel desempeña este gas en la soldadura?

897. Para la reducción de uno de los óxidos de hierro de 3,6 g de masa se consumieron 1,12 l de monóxido de carbono. Hállese la fórmula química de este óxido.

898. Al actuar una solución de hidróxido sódico sobre una mezcla de polvos de magnesio, aluminio y dióxido de silíceo de 2,5 g de masa se desprenden 1,12 l de hidrógeno (en condiciones normales), y al actuar sobre esta misma mezcla una solución de ácido clorhídrico en exceso se desprenden 2,24 l de hidrógeno (en condiciones normales). Calcúlese: a) el contenido de la mezcla, expresado en tanto por ciento; b) qué cantidad de solución de hidróxido sódico al 20% entró en reacción.

899. ¿Tendrá lugar la neutralización al mezclar las soluciones que contienen: a) 0,1 mol de ácido nítrico y 0,1 mol de hidróxido de bario; b) 0,1 mol de ácido sulfúrico y 0,1 mol de hidróxido potásico; c) 0,1 mol de cloruro de hidrógeno y 0,1 mol de hidróxido sódico?

900. 2,96 g de mezcla de cloruro férrico y cloruro de aluminio se disolvieron en exceso de hidróxido potásico. El precipitado se filtró, lavó y calcinó. Su masa resultó igual a 0,8 g. Calcúlese la composición de la mezcla.

EJEMPLOS DE VARIANTES DE PROBLEMAS DE QUÍMICA INORGÁNICA, RELACIONADOS CON LA PRODUCCIÓN, DESTINADOS PARA LOS EXÁMENES

Para las papeletas de examen N° 1 y 2

1. En paquetes se dan los siguientes materiales de construcción: caliza en polvo, cal apagada y alabastro. Identifíquese cada sustancia por medio de reacciones características.

2. En tres tubos de ensayo se contienen soluciones de las siguientes sustancias, que se usan ampliamente en las diferentes

ramas de la economía nacional: carbonato sódico (sosa), hidróxido de sodio (sosa cáustica) y silicato sódico. Por medio de reacciones características determínese cada sustancia.

3. Se dan tres paquetes que contienen polvos de las sustancias siguientes: creta, blanco de zinc (óxido de zinc), cal apagada. Identifíquese cada sustancia con ayuda de reacciones características.

4. Tres tubos de ensayo contienen soluciones de sustancias que se emplean en la producción de pigmentos (pinturas) tipográficos: a) vitriolo azul; b) caparrosa verde; c) sulfato de aluminio. Con ayuda de reacciones características determínese cada sustancia.

5. En tres tubos de ensayo se dan las soluciones de sustancias que se emplean ampliamente en las distintas ramas de la industria y en la agricultura: a) ácido sulfúrico; b) sulfato sódico; c) sulfato amónico. Con ayuda de reacciones características identifíquese cada sustancia.

6. En tres paquetes se dan los abonos minerales siguientes: nitrato de amonio, nitrato potásico e hidrofosfato de sodio. Defínase cada abono con ayuda de reacciones características.

Para las papeletas de examen N° 7 y 22

1. El cloruro de amonio (sal amoniacal) se emplea en la electrotecnia en la fabricación de baterías secas, así como en soldadura y estañadura. Háganse las reacciones que confirmen la composición cualitativa de esta sustancia y calcúlese su composición, expresada en tanto por ciento.

2. La sosa (carbonato sódico) se usa ampliamente en la fabricación del vidrio y en otras muchas industrias. Háganse las reacciones que confirmen la composición cualitativa de la sosa y calcúlese el porcentaje de los elementos en esta sustancia.

3. El nitrato de amonio (salitre amoniacal) se emplea como abono mineral. Realícense las reacciones que confirmen la composición cualitativa de esta sustancia, y calcúlese el porcentaje de los elementos en la misma.

4. El sulfato de aluminio se utiliza ampliamente en la purificación del agua potable en las estaciones de abastecimiento de ésta, así como en la producción de papel de escribir. Háganse las reacciones que confirmen la composición cualitativa de esta sustancia, y calcúlese el porcentaje de los elementos en ella.

5. La caparrosa azul se utiliza ampliamente para el cobreado de los cables de acero, en el marcado de las piezas de acero, así como en pintura. Realícense las reacciones que confirmen la composición cualitativa de esta sustancia, y determínese el porcentaje de los elementos en ella.

6. El ácido sulfúrico se emplea para cargar los acumuladores ácidos. Háganse las reacciones que confirmen la composición cualitativa de dicho ácido, y calcúlese por su fórmula el contenido de éste expresado en tanto por ciento.

Para la papeleta de examen N° 8

1. ¿Qué volumen de acetileno (en condiciones normales) se consumió en la soldadura autógena de tubos de acero, si en la combustión de éste se consumieron 0,5 m^3 de oxígeno?

2. ¿Qué volumen de oxígeno (en condiciones normales) se requiere para quemar 2 m³ de gas de agua, que consta de volúmenes iguales de hidrógeno y monóxido de carbono?

3. Calcúlese el volumen de hidrógeno (en condiciones normales) necesario para reaccionar con 25 m³ de nitrógeno durante la síntesis del amoníaco.

Para la papeleta de examen N° 10

1. El sulfato de magnesio que se usa en el recubrimiento electrolítico de los estereotipos se obtiene por acción del ácido sulfúrico sobre la magnesita. Calcúlese, cuánto sulfato de magnesio se forma al reaccionar 8,4 kg de magnesita con 10 kg de ácido sulfúrico.

2. En la industria vacuoeléctrica para la fabricación de pantallas luminiscentes se usa ampliamente el silicato potásico, el cual se obtiene por fusión del polvo de cuarzo SiO_2 con el carbonato potásico. Calcúlese, ¿qué cantidad de silicato potásico se obtendrá en la fusión de 6 kg de polvo de cuarzo con 14 kg de carbonato potásico?

3. El cromo se obtiene en la industria del óxido crómico (III) por el procedimiento de aluminotermia. Calcúlese, ¿cuánto cromo se obtendrá, si reaccionan 310 kg de óxido crómico con 108 kg de aluminio?

Para la papeleta de examen N° 11

1. El sulfato bárico entra en la composición de la pintura blanca litopón. Obténgase esta sustancia por medio de la reacción de intercambio y calcúlese, ¿qué cantidad de cada una de las sustancias iniciales se requiere para la obtención de 46,6 g de sulfato de bario?

2. El bromuro de plata se emplea ampliamente en la producción de películas fotosensibles. Obténgase esta sustancia por medio de la reacción de intercambio y calcúlese, ¿cuánto de cada una de las sustancias iniciales se requiere para la obtención de 9,4 g de plata?

3. El cloruro de plata se utiliza en la producción de material fotográfico. Obténgase esta sustancia por medio de la reacción de intercambio y calcúlese, ¿qué cantidad de cada una de las sustancias iniciales se requiere para obtener 2,87 g de cloruro de plata?

Para la papeleta de examen N° 12

1. Para preparar la pintura «amarillo de cromo» se usa el cromato de plomo (II), el cual se obtiene por medio de la reacción de intercambio entre el nitrato de plomo (II) y el cromato sódico. Calcúlese, ¿qué cantidad de cromato de plomo (II) se forma si se mezclan 200 g de solución de nitrato de plomo al 3,31% y 100 g de solución de cromato sódico al 3,24%?

2. El pigmento de la pintura «azul Berlín» se obtiene por medio de la reacción de intercambio entre las soluciones de cloruro férrico

y de ferrocianuro potásico $K_4[Fe(CN)_6]$. Calcúlese, ¿qué cantidad de pigmento se forma al mezclar 200 g de solución de cloruro férrico al 32,5% y 500 g de solución de ferrocianuro potásico al 22%?

Para la papeleta de examen N° 20

1. El cloruro férrico que se emplea para el decapado de las formas de cobre por impresión en huecograbado y para las placas de impresión de esquemas de radio se obtiene por oxidación del cloruro ferroso con cloro. Calcúlese, ¿qué cantidad de cloruro ferroso (II) reaccionó con el cloro, si en este caso se obtuvieron 2,6 kg de cloruro férrico, lo que constituye el 80% del rendimiento teórico posible?

2. La sal cálcica del ácido estánnico, que se emplea en la producción de condensadores cerámicos termoestables de alta y baja tensión, se obtiene por reacción del óxido cálcico con el óxido estánnico (IV). Calcúlese, qué cantidad de óxido estánnico (IV) entró en reacción con el óxido cálcico, si de esta manera se obtuvieron 372,6 g de sal, lo que constituye el 90% del rendimiento teórico posible.

Para la papeleta de examen N° 15

1. ¿Qué volumen de dióxido de carbono, medido en condiciones normales, se forma durante la calcinación de 2 t de caliza que contiene 10% de impurezas no carbonatadas?

2. En una fábrica de sosa, en la calcinación de ésta, se calcinaron 8,84 t de hidrocarbonato sódico que contenía el 5% de impurezas. ¿Qué volumen (en condiciones normales) de gas se forma en este caso?

3. ¿Qué volumen de dióxido de azufre, medido en condiciones normales, se forma durante la calcinación de 1 t de blenda, que contiene 80% de sulfuro de zinc?

Para la papeleta de examen N° 18

1. Para la obtención del óxido de zinc que entra en la composición de blanco de zinc, se quema polvo de zinc en una corriente de oxígeno. Escríbase la ecuación termoquímica de esta reacción, si se sabe que en la combustión de 6,5 g de zinc se desprenden 34,89 kJ de energía calorífica.

2. Al apagar 11,2 kg de cal viva se desprendieron 1254 kJ de energía. Escríbase la ecuación química de esta reacción.

3. En la combustión de 1 kg de termita se desprendieron 3550 kJ de energía calorífica. Hágase la ecuación termoquímica de esta reacción.

Para la papeleta de examen N° 19

1. Cuántas toneladas de aluminio se pueden fundir de 100 t de alúmina que contiene 5% de impurezas?

2. ¿Qué cantidad de hierro colado que contenga el 95% de hierro se puede obtener de 10 t de hematites roja, que contiene el 80% de óxido férrico (III)?

3. ¿Cuánto sodio metálico se puede obtener durante la electrólisis de 6 t de cloruro de sodio fundido que contiene el 2,5% de impurezas extrañas?

Para la papeleta de examen N° 21

1. En la calcinación de 1 t de caliza se obtuvieron 504 kg de cal viva. ¿Qué porcentaje representa esto del rendimiento teórico posible?

2. En la obtención del bario metálico por el método de aluminotermia, de 4,59 kg de óxido de bario se obtuvieron 3,8 kg de bario. ¿Qué porcentaje representa esto del rendimiento teórico posible?

3. En la obtención del wolframio, empleado en la industria vacuoeléctrica, de 10,1 kg de óxido de wolframio (VI) se redujeron con hidrógeno 8,46 kg de wolframio. ¿Qué porcentaje representa esto del rendimiento teórico posible?

ENUMERACIÓN DE LOS PROBLEMAS RELACIONADOS CON LA PRODUCCIÓN

Para metalistas

15, 18, 22, 24, 25, 28, 31, 33, 34, 44, 75, 76, 82, 147, 164, 165, 166, 244, 252, 253, 254, 257, 258, 261, 262, 263, 264, 269, 271, 339, 341, 346, 361, 380, 404, 440, 441, 443, 453, 454, 455, 465, 475, 476, 513, 516, 517, 518, 520, 521, 522, 523, 548, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 589, 594, 599, 601, 602, 612, 613, 614, 616, 617, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 655, 656, 678, 692, 703, 704, 708, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 717, 725, 726, 728, 730, 731, 733, 740, 741, 744, 748, 750, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 761, 765, 766, 770, 779, 787, 788, 789, 792, 794, 795, 796, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 822, 823, 824, 825, 826, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 853, 854, 855, 863, 894.

Para constructores

19, 20, 21, 30, 39, 40, 43, 52, 53, 54, 71, 73, 74, 76, 77, 82, 83, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 97, 99, 126, 161, 172, 173, 178, 179, 202, 203, 209, 210, 211, 232, 287, 288, 333, 379, 402, 410, 441, 443, 445, 446, 448, 468, 469, 472, 475, 476, 482, 483, 487, 488, 490, 493, 494, 498, 508, 509, 521, 522, 523, 525, 526, 527, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 544, 545, 546, 547, 549, 550, 551, 552, 553, 560, 562, 565, 577, 578, 580, 593, 612, 613, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 691, 693, 696, 698, 700, 720, 721, 727, 747, 772, 777, 783, 786, 827.

Para electricistas

16, 17, 41, 52, 53, 82, 120, 121, 125, 200, 237, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 262, 263, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 347, 349, 378, 381, 403, 440, 449, 450, 475, 497, 499, 545, 521, 528, 535, 549, 577, 578, 579, 580, 600, 601, 603, 604, 605, 606, 609, 611, 613, 615, 630, 636, 640, 642, 703, 705, 706, 707, 750, 761, 762, 805, 807, 828, 868, 872, 873, 896.

Para trabajadores de la industria energética

32, 69, 70, 82, 124, 161, 162, 163, 164, 165, 220, 221, 349, 349, 409, 449, 451, 456, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 475, 476, 489, 490, 521, 549, 577, 578, 580, 603, 604, 605, 606, 609, 611, 613, 640, 641, 642, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 817, 834.

Para trabajadores del transporte

69, 70, 82, 189, 210, 220, 221, 409, 411, 412, 417, 420, 449, 470, 475, 490, 521, 549, 577, 578, 580, 603, 604, 605, 613, 641, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 703, 761, 827, 834.

Para polígrafos

23, 65, 82, 100, 240, 259, 348, 411, 412, 417, 420, 449, 470, 475, 499, 549, 563, 577, 578, 580, 601, 613, 695, 723, 747, 751, 780, 783, 827.

APÉNDICE

1. Densidad (ρ) del ácido clorhídrico de distinta concentración a 15°C

ρ, g/cm³	Concentración, %	ρ, g/cm³	Concentración, %	ρ, g/cm³	Concentración, %
1,000	0,16	1,075	15,16	1,145	28,64
1,005	1,15	1,080	16,15	1,150	29,57
1,010	2,14	1,085	17,13	1,152	29,95
1,015	3,12	1,090	18,11	1,155	30,55
1,020	4,13	1,095	19,06	1,160	31,52
1,025	5,15	1,100	20,01	1,163	32,10
1,030	6,15	1,105	20,97	1,165	32,49
1,035	7,15	1,110	21 92	1,170	33,46
1,040	8,10	1,115	22,86	1,171	33,69
1,045	9,16	1,120	23,82	1,175	34,42
1,050	10,17	1,125	24,78	1,180	35,39
1,055	11,18	1,130	25,75	1,185	36,31
1,060	12,19	1,135	26,70	1,190	37,23
1,065	13,19	1,140	27,66	1,195	38,16
1,070	14,17	1,142	28,14	1,200	39,11

2. Densidad (ρ) del ácido sulfúrico de distinta concentración a 15°C

ρ, g/cm³	Concentración, %	ρ, g/cm³	Concentración, %	ρ, g/cm³	Concentración, %
1,000	0,09	1,095	13,67	1,190	26,04
1,005	0,95	1,100	14,35	1,195	26,68
1,010	1,57	1,105	15,03	1,200	27,32
1,015	2,30	1,110	15,71	1,205	27,95
1,020	3,03	1,115	16,36	1,210	28,58
1,025	3,76	1,120	17,01	1,215	29,21
1,030	4,49	1,125	17,66	1,220	29,84
1,035	5,23	1,130	18,31	1,225	30,48
1,040	5,96	1,135	18,96	1,230	31,11
1,045	6,67	1,140	19,61	1,235	31,70
1,050	7,37	1,145	20,26	1,240	32,28
1,055	8,07	1,150	20,91	1,245	32,86
1,060	8,77	1,155	21,55	1,250	33,43
1,065	9,47	1,160	22,19	1,255	34,00
1,070	10,19	1,165	22,83	1,260	34,57
1,075	10,90	1,170	23,47	1,265	35,14
1,080	11,60	1,175	24,12	1,270	35,71
1,085	12,30	1,180	24,76	1,275	36,29
1,090	12,99	1,185	25,40	1,280	36,87

Continuación de la tabla

ρ, g/cm³	Concentración, %	ρ, g/cm³	Concentración, %	ρ, g/cm³	Concentración, %
1,285	37,45	1,495	59,22	1,705	77,60
1,290	38,03	1,500	59,70	1,710	78,04
1,295	38,61	1,505	60,18	1,715	78,48
1,300	39,19	1,510	60,65	1,720	78,92
1,305	39,77	1,515	61,12	1,725	79,36
1,310	40,35	1,520	61,59	1,730	79,80
1,315	40,93	1,525	62,06	1,735	80,24
1,320	41,50	1,530	62,53	1,740	80,68
1,325	42,08	1,535	63,00	1,745	81,12
1,330	42,66	1,540	63,43	1,750	81,56
1,335	43,20	1,545	63,85	1,755	82,00
1,340	43,74	1,550	64,26	1,760	82,44
1,345	44,28	1,555	64,67	1,765	83,01
1,350	44,82	1,560	65,20	1,770	83,51
1,355	45,35	1,565	65,65	1,775	84,02
1,360	45,88	1,570	66,09	1,780	84,50
1,365	46,41	1,575	66,53	1,785	85,10
1,370	46,94	1,580	66,95	1,790	85,70
1,375	47,47	1,585	67,40	1,795	86,30
1,380	48,00	1,590	67,83	1,800	86,92
1,385	48,53	1,595	68,26	1,805	87,60
1,390	49,06	1,600	68,70	1,810	88,30
1,395	49,59	1,605	69,13	1,815	89,16
1,400	50,11	1,610	69,56	1,820	90,05
1,405	50,63	1,615	70,00	1,825	91,00
1,410	51,15	1,620	70,42	1,830	92,10
1,415	51,66	1,625	70,85	1,831	92,43
1,420	52,15	1,630	71,27	1,832	92,70
1,425	52,63	1,635	71,70	1,833	92,97
1,430	53,11	1,640	71,12	1,834	93,25
1,435	53,59	1,645	72,55	1,835	93,56
1,440	54,07	1,650	72,96	1,836	93,80
1,445	54,55	1,655	73,40	1,837	94,25
1,450	55,03	1,660	73,81	1,838	94,60
1,455	55,50	1,665	74,24	1,839	95,00
1,460	55,97	1,670	74,66	1,840	95,60
1,465	56,43	1,675	75,08	1,8405	95,95
1,470	56,90	1,680	75,50	1,8410	96,38
1,475	57,37	1,685	75,94	1,8415	97,35
1,480	57,83	1,690	76,38	1,8410	98,20
1,485	58,28	1,695	76,76	1,8405	98,52
1,490	58,74	1,700	77,17	1,8400	98,72

3. **Densidad (ρ) del ácido nítrico de distinta concentración a 15°C**

ρ, g/cm³	Concentración, %	ρ, g/cm³	Concentración, %	ρ, g/cm³	Concentración, %
1,000	0,10	1,200	32,36	1,430	72,17
1,005	1,00	1,210	33,82	1,440	74,68
1,010	1,90	1,220	35,28	1,450	77,28
1,015	2,80	1,230	36,78	1,460	79,93
1,020	3,70	1,240	38,29	1,465	81,42
1,030	5,50	1,250	39,82	1,470	82,90
1,040	7,26	1,260	41,34	1,475	84,45
1,050	8,99	1,270	42,87	1,480	86,05
1,060	10,68	1,280	44,41	1,485	87,70
1,070	12,33	1,290	45,95	1,490	89,60
1,080	13,95	1,300	47,49	1,495	91,60
1,090	15,53	1,310	49,07	1,500	94,09
1,100	17,11	1,320	50,71	1,501	94,60
1,110	18,67	1,330	52,37	1,502	95,08
1,120	20,23	1,340	54,07	1,503	95,55
1,130	21,77	1,350	55,79	1,504	96,09
1,140	23,31	1,360	57,57	1,505	96,39
1,150	24,84	1,370	59,39	1,506	96,76
1,160	26,36	1,380	61,27	1,507	97,13
1,170	27,88	1,390	63,23	1,508	94,50
1,175	28,63	1,400	65,30	1,509	97,84
1,180	29,38	1,410	67,50	1,510	98,10
1,190	30,88	1,420	69,80	1,520	99,67

4. Densidad (ρ) (g/cm^3) de las soluciones acuosas de algunos álcalis a 18°C

Concentración, %	KOH	NaOH	NH_3
4	1,043	1,046	0,983
6	1,048	1,069	0,973
8	1,065	1,092	0,967
10	1,082	1,115	0,960
12	1,100	1,137	0,958
14	1,118	1,159	0,946
16	1,137	1,181	0,939
18	1,156	1,203	0,932
20	1,176	1,225	0,926
22	1,196	1,247	0,919
24	1,217	1,268	0,913
26	1,240	1,289	0,908
28	1,263	1,310	0,903
30	1,286	1,332	0,898
32	1,310	1,352	0,893
34	1,334	1,374	0,889
36	1,358	1,395	0,884
38	1,384	1,416	—
40	1,411	1,437	—
42	1,437	1,458	—
44	1,460	1,478	—
46	1,485	1,499	—
48	1,511	1,519	—
50	1,538	1,540	—
52	1,564	1,560	—
54	1,590	1,580	—
56	1,616	1,601	—
58	—	1,622	—
60	—	1,643	—

RESPUESTAS

Nº del problema	Respuesta
1	a) 64 g; b) 57,6 g; c) 49 g; d) 16 g
2	a) 42 g; b) 13 g; c) 128 g; d) 6 g; e) 12 g
3	a) 80 g; b) 392 g; c) 440 g; d) 480 g
4	0,5 mol
5	a) 2 moles; b) 0,5 mol; c) 3 moles; d) 1,5 moles, e) 200 moles
6	a) en 1 g de oxígeno; b) en 0,5 g de magnesio
7	6,4 g
8	a) en 1 g de óxido cúprico; b) en 1 g de hidróxido sódico
9	En 49 g de óxido cúprico
10	a) 49 g; 1) 4 g
11	2,5 moles de NaOH
14	12,5 moles
15	El 72,9% de Cu; el 27,1% de Sn
16	1,04 mol de Fe
17	0,336 mol de Sn; 0,280 mol de Pb; 0,009 mol de Bi
18	14,06 moles de Cu; 0,33 mol de Sn; 0,6 mol de Zn; 0,09 mol de Pb
19	2 moles de Ca
20	280 g
21	0,2 mol
22	320 moles
23	250 moles
24	80 moles
25	0,006 mol
28	5,6 m^3
29	4,39 l
30	1008 m^3
31	4,48 l
32	43,75 m^3
33	8,96 l
34	2240 m^3
35	No se puede
36	4 l
53	3,06 kg de BaO; 1,60 kg de TiO_2
54	86 g
60	0,1 mol
61	Alcalina
62	6,3 g
63	29,25 g
65	17,1 kg de $Al_2(SO_4)_3$; 15,9 kg de Na_2CO_3
69	239,13 ml
70	~ 1,93 l
71	4 t de MgO; 27 362 l de HCl
73	0,20%
74	400 kg de NaOH; 200 kg de HF
75	0,05 mol
76	219 g
77	540,6 g
78	1,75 moles
91	1350 kg
95	812,5 mg
97	4%
99	21%
100	15 moles de $Ba(OH)_2$; 15 moles de H_2SO_4; 10 moles de $AlCl_3$; 30 moles de NaOH
123	Ca
156	697,8 kJ
157	9281,25 kJ
158	13,6 kJ
159	777,5 kJ
160	2,24 l
161	12 540 000 kJ
162	33641,2 kJ
163	49,34 kg
164	58 437,5 kJ
165	819 kJ
166	307 kJ
167	1,12 l
184	a) 30%; b) 20%
185	300
186	4
192	2,5 moles
193	0,0085 mol
194	0,8 g
197	Disminuye

Continuación

Nº del problema	Respuesta	Nº del problema	Respuesta
219	40 g de $Fe_2(SO_4)_3$	320	La directa en 10 000 veces; la inversa en 100 veces
220	5 moles		
221	5,105 moles		
222	1 mol de NaCl; 0,5 mol de Na_2CO_3	322	560 701 m^3
223	567 unidades de masa de $Zn(NO_3)_2$; 484 unidades de masa de $Fe(NO_3)_3$	323	2,675 g de NH_4Cl; 1,850 g de $Ca(OH)_2$
		324	11,2 l
		325	33,3% de N_2; 66,7% de H_2
224	0,2 mol de $NaNO_3$, 0,1 mol de K_2SO_4	326	4,6 l de NH_3; 7,4 l de CO_2
225	0,02 mol	332	21,4%
243	Se oxidaron 20 g; se quedaron en la solución 0,041 mol	333	3,10 l
		336	0,5 mol
		337	14%
244	12,8 g	338	280 m^3
245	4 g de Cu; 0,0625 mol de H_2SO_4	347	~ 5,84 moles
		348	Aproximadamente 1,5 veces más
250	560 ml		
251	~ 4,5 l de cloro	350	100%
252	47,2 g	352	1,65 t
256	1,83 g	354	283 ml de cada compuesto
257	2 h 41 min 44 s	356	66,7% de NH_3; 33,3% de N_2
258	8,06 g		
259	67 min	358	28,6%
260	56	363	80 ml de NO_2; 60 ml de O_2
261	92%		
262	~ 55 s	365	a) 5,6 l; b) 1,12 l; c) 2 l
263	~ 0,01 g de Cu; 3,1 ml de Cl_2	365	62,38 g
		366	90%
264	10 A	367	77,8%
265	14,6 g	368	5,97 t
266	11,2 g	369	224 000 m^3
267	H_2O	374	17,64%
269	~ 4,3 g de Na; ~ 6,6 g de Cl_2	375	1,92 g de Cu; 0,08 g de CuO; 23,06 ml de HNO_3
270	a) 3016; b) 2969; c) 3446; d) 3287; e) 5578; f) 1622	378	49,14% de HNO_3; 36,16% de H_2SO_4
271	2,8 A	379	6,3 g de HNO_3; 9,8 g de H_2SO_4
272	$I = 5{,}03$ A; 3,35 g de Ag		
273	~ 0,025 g	383	16,5 ml
308	$3 \cdot 10^{23}/112$ moléculas	384	33 t
309	11,2 l	385	5,6 l
311	No corresponde	387	27,3 t
312	89,29%	399	1,12 l
315	4,5 kJ	405	4 g de NaOH; 7,4 g de $Ca(OH)_2$
316	75% de N_2; 25% de CO_2		

Nº del problema	Respuesta
407	12 g de NaH_2PO_4
408	a) 1 mol; b) 0,5 mol; c) 1,5 moles
409	~ 0,25%
411	52,2% y 60,7%
412	552,1 kg
414	5,75 g de $NH_4H_2PO_4$
415	a) 22,4 l; b) 44,8 l; c) 67,2 l
416	3 moles de $Ca(H_2PO_4)_2$
417	2207 kg
418	571,4 kg de NH_4NO_3; 478,9 kg de $CaHPO_4$; 370,2 kg de K_2SO_4
420	721,28 t
421	15,5 kg
422	1,125 millones de t
423	~ 56 millones de t
449	11,75 l
450	90%
451	$3217{,}6 \cdot 10^3$ kJ
454	3,6 kg
455	117 g
456	15 m^3; 66,7% de CO_2; 33,3% de O_2
457	2.24 l de CO; 1.12 l de CO_2
459	669,64 g
460	1,175 m^3
461	1545,6 m^3
462	2,25 m^3
463	11 396 kJ
464	2%
465	252 m^3
467	6,72 l
468	9576 m^3
469	82,4%
470	2%
472	2240 m^3
476	509 l
480	24 g
481	36% de Na_2CO_3
485	16,2 g de $Ca(HCO_3)_2$
486	14.18 l
488	95,23%
491	~ 13,5%
492	135 g
493	98%
497	21,4 g
495	a) 26,5 g; b) 53 g; c) 0,5 mol
496	14,84 mil t
498	22,74 l
504	61,3% de $NaHCO_3$; 38,7% de Na_2CO_3
507	64,5 g de K_2CO_3; 10,47 l de CO_2
509	92%
519	SiC
520	1,5 t de SiO_2; 1 t de coque
525	8 t de NaOH; 6,7 t de SiO_2
528	896 g de K_2CO_3; 389 g de SiO_2
531	1,64 kg de creta; 18,36 kg de vidrio soluble
532	1,941 kg
533	14,4 kg de H_2SiF_6; 8 kg de NaOH
534	800 g
538	18 t de SiO_2; 5,3 t de Na_2CO_3; 5 t de $CaCO_3$
540	27,35 t de Na_2CO_3; 17,86 t de $CaCO_3$; 74 t de SiO_2
542	610,4 kg
543	5,5 moles
545	1,4 t de cemento; 0,6 t de arena
550	27,9% de Mg; 21,7% de Si
551	5 t de cemento o el 25%; 15 t de SiO_2 o el 75%
552	a) 3 moles; b) 2 moles
589	92,86%
590	64,9% de Hg; 35,1% de HgO
592	2,4 g Mg
598	20,1 g de Hg; 10,35 g de Pb
600	19,2 g de Cu
601	48,3 kg de $ZnSO_4$
602	1,5 kg Fe_3O_4; 2.1 kg de $FeCl_3$
603	571 ml

Nº del problema	Respuesta
607	No se conservó
608	2,01 g
614	16 átomos
615	64,9% de Ba; 35,1% de Al
616	$AlCu_3$
617	$PbCu_{18}$
620	64,6 g de PbO; 50,8 g de SnO_2
621	40% de Zn; 60% de Cu
623	18,4 kg de W; 1,2 kg de C; la masa de la aleación es de 23 kg
624	126 g
625	10,3 g de $NaNO_3$ y $NaNO_2$
641	2 t de cada compuesto
642	0,04
644	24%
646	134,9
647	944 kg
649	$KCl \cdot MgSO_4 \cdot 6H_2O$
656	1,5 g de $AlCl_3$; 0,21 g de $ZnCl_2$; 0,07 g de $MnCl_2$; 37,9 g de $MgCl_2$
658	198 t
660	1983 t
661	5,4 m^3 de H_2O; 7,4 t de $Ca(OH)_2$
662	No corresponde
663	No toda
666	34,5 t
667	3,72 t
668	186,2 l
669	2500...3500 l
670	~ 76%
671	152 t
674	3,6 m^3
675	Corresponde
676	20 t de MgO; 11 200 m^3 de CO_2
678	17,85%
680	5,3 g
682	468,8 g
683	15 kg de Na_3PO_4; 3 kg de NaOH
684	5,088 kg
685	10,6 kg
686	200 mg/l de Ca^{2+}
688	60 mg/l de Ca^{2+}
690	252 g
691	2240 m^3
692	8 g
693	87,5%
695	60 kg
698	0,84 g
699	134,6 t
700	1,8 m^3
710	4,5%
711	12,6 kg
712	711 g
713	5,4 kg
714	3550 kJ
715	85,57% de Cu; 14,43% de Al
717	11,2 g
722	6,72 m^3 de Cl_2; 26,16 kg de $AlCl_3$
723	10,2 t de Al_2O_3; 107,6 t de H_2SO_4
724	1,94 g de $Al_2(SO_4)_3$; 0,72 g de $Al(OH)_3$; 1,97 g de Na_2SO_4
725	55% de Cu; 45% de Al
728	5,4 g de Al; 4,6 g de Fe
729	1,8 g
730	17,94 g de Al_2O_3; 0,5 g de CuO; 0,08 g de MgO; 0,06 g de MnO
740	3,07 t
741	61,9 kg de $K_2Cr_2O_7$; 5,05 kg de C
748	1 mol
750	86,5%
751	58,8 kg
752	2,77 moles
753	2880 cm^2
754	6,5 kg
755	140 t
756	167,13 kg
757	66,4%
765	80 t
766	334,4 l
770	109,5 g
771	9,85 g

N° del problema	Respuesta	N° del problema	Respuesta
774	11,4 g	822	15,8 t
775	15 ml	826	Acero
778	Fe_2O_3	827	5,67%
779	41,5 ml de HCl; 97,2% de Fe	833	~ 14,3 t
		834	3 t
780	0,28 m^3	858	Cu, K
782	0,2 mol de $FeCl_3$; 0,6 mol de KOH	862	61,80% de Zn; 34,20% de Cd
783	107,5 g	863	1,28 t
784	8,96 l	865	31,7 t
785	Incoloro, K^+, OH^-, SO_4^{2-}	866	0,59 kg
788	0,187 l	868	61,2 ml
789	2%	869	896 m^3
791	0,5 g	870	62,5 g
792	8,1 kg de ZnO; 16 kg de Fe_2O_3	871	32% de Cu; 68% de Al
		872	~ 4 116 m^3; 21,5 t
803	0,6 t	873	2,54 g
805	6,72 m^3	874	Suficiente
806	3,45 t	876	23,3 g
807	1,89 kg de Al; 16,1 kg de BaO	879	227,8 t
		881	22,66 kg
808	22,2 t de $CaCl_2$; 4480 m^3 de Cl_2	882	13%
		884	39,2 g
809	4,97 t	887	2 g de MgO; 4 g de CuO
810	5,13 t	888	0,65 g de Zn; 1,2 g de Mg
811	2 t de Al_2O_3; 0,66 t de C	892	4 g de NaOH; 3,42 g de $Ba(OH)_2$
812	367,3 kg		
813	93,46%	893	0,56 g de Si; 1,12 g de Fe
815	68,42 t	894	2 : 1
816	~ 340 t	897	FeO
817	3058 m^3 de N_2; 862 m^3 de CO; 571,2 m^3 de CO_2	898	48% de Mg; 36% de Al; 16% de SiO_2; 7,6 ml de NaOH
818	5 000 t		
819	41,4 t	900	1,625 g de $FeCl_3$; 1,335 g de $AlCl_3$
820	4200 m^3		
821	84,3 mill. de t		

A NUESTROS LECTORES:

Mir edita libros soviéticos traducidos al español, inglés, francés, árabe y otros idiomas extranjeros. Entre ellos figuran las mejores obras de las distintas ramas de la ciencia y la técnica: manuales para los centros de enseñanza superior y escuelas tecnológicas; literatura sobre ciencias naturales y médicas. También se incluyen monografías, libros de divulgación científica y ciencia ficción. Dirijan sus opiniones a la Editorial Mir, 1 Rizhski per., 2, 129820, Moscú, I-110, GSP, URSS.

Prácticas de química física

dirigido por

Mischenco K., Ravdel A., Ponomariova A

Este libro es una guía básica para el cumplimiento de trabajos de laboratorio referidos al curso de química física. En cada trabajo se exponen los fundamentos teóricos, se describen los instrumentos modernos y el orden de cumplimiento de las operaciones y cálculos. Se presta especial atención a los trabajos dedicados a la cinética química y a la investigación de la composición y estructura de la sustancia

La obra está destinada a los estudiantes de los institutos de enseñanza superior de tecnología química y de otras especialidades, donde se dicta el curso de química física.